

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 20 609 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 60 T 8/32**  
B 60 T 8/44  
B 60 T 8/60

②1 Aktnummer: 195 20 609.6  
②2 Anmeldetag: 6. 6. 95  
④3 Offenlegungstag: 21. 12. 95

DE 195 20 609 A 1

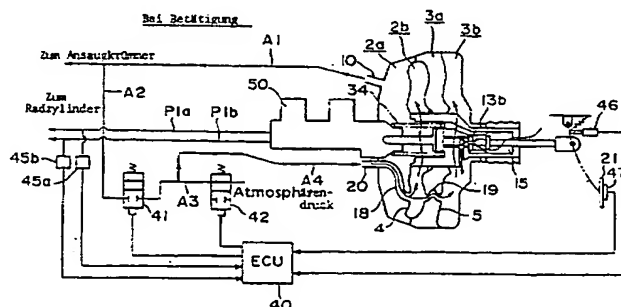
③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
06.06.94 JP 6-123515 01.05.95 JP 7-107285  
⑦1 Anmelder:  
Mitsubishi Jidosha Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP  
⑦4 Vertreter:  
Ralf Kern und Kollegen, 80686 München

⑦2 Erfinder:  
Narita, Tomohiro, Okazaki, Aichi, JP; Tsuge, Hiroki,  
60598 Frankfurt, DE; Nishikawa, Susumu, Okazaki,  
Aichi, JP; Ishida, Kazumi, Okazaki, Aichi, JP;  
Yamazaki, Takeshi, Anjo, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Bremsvorrichtung und Bremsverfahren für ein Fahrzeug

⑤7 Wird ein Bremspedal (21) vom Fahrzeugfahrer betätigt und werden Erfassungssignale von hydraulischen Drucksensoren (45a), (45b) und einem Bremsschalter (46) zum Erfassen des Drucks des Bremspedals (21) zu einer ECU 40 geleitet, bestimmt die ECU eine Bestimmung gemäß den Erfassungssignalen, ob der Hydraulikdruck PM ein maximaler Druckgradient  $d(PM)/dt_{max}$  ist. Ist das Bestimmungsergebnis der Bremsbedingung eine Notbremsbedingung, wird ein Einlaßventil (42) geöffnet und Luft verstärkt zu Luftkammern (2b), (3b) eines Verstärkers geleitet, um die Bremskraft zu unterstützen.



DE 195 20 609 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 95 508 051/536

63/30

Die Erfindung betrifft eine Bremsvorrichtung und ein Bremsverfahren für ein Fahrzeug und insbesondere eine Technik zum schnellen Bremsen.

Als Bremskraftunterstützungsverfahren wird häufig ein Bremssystem eines Fahrzeugs mit einem Verstärker ausgestattet, um die Kraft des Fahrers, mit der das Bremspedal gedrückt wird, zu unterstützen. Der Verstärker verwendet einen negativen Druck oder ähnliches, der im Ansaugkrümmer des Motors erzeugt wird, um einen Leistungskolben mit einer konstanten Fläche zur Unterstützung der Bremskraft zu betätigen.

Weiterhin ist beispielsweise in der japanischen Offenlegungsschrift 05-42862 ein Bremskraftunterstützungsverfahren zum schnellen Bremsen in Notsituationen offenbart, das die Bremscharakteristiken zu einer Sicherheitsseite hin verändert, wenn der Abstand von einem anderen voraus fahrenden Fahrzeug geringer ist als ein vorbestimmter Wert oder eine Relativgeschwindigkeit höher ist als ein vorbestimmter Wert.

Ein bekannter Verstärker ist derart ausgebildet, daß die Unterstützung durch einen Negativdruck nicht gestartet wird, ohne daß das Bremspedal mit einer vorbestimmten Druckkraft betätigt wird, und der durch den Verstärker erhaltene Output (Bremsdruck) wird einheitlich relativ zu derjenigen Kraft eingestellt, mit der das Bremspedal niedergedrückt wird. Bei einem weiblichen oder betagten Fahrer, der dazu neigt, das Bremspedal nur mit einer geringen Kraft zu betätigen, erhöht sich daher der Bremsdruck nicht unmittelbar, wenn das Bremspedal niedergedrückt wird. Es erfordert daher eine gewisse Zeit, bevor die Bremsaktion beginnt. Insbesondere kann es dann, wenn das Fahrzeug in einer Notsituation gestoppt werden muß, schwierig sein, die Bremsleistung ausreichend auszunutzen.

Die Bremsbetätigungsbedingung unterscheidet sich in Abhängigkeit von zahlreichen Verkehrsumgebungen, wie beispielsweise, wenn das Fahrzeug auf einer Stadtstraße, Bergstraße oder überfüllten Straße fährt. Die Bremsbetätigungsbedingung unterscheidet sich auch in Abhängigkeit von der Betätigungstendenz (Fahrbedingung), die vom Fahrer beabsichtigt ist, wie normales Fahren, sportliches Fahren, hartes Fahren und ähnliches.

Da die oben erwähnten üblichen Verfahren Verkehrsumgebungen für das Fahrzeug oder die vom Fahrer beabsichtigte Fahrtendenz nicht berücksichtigt, kann die Bestimmung der Schnellbremsung unter verschiedenen Verkehrsumgebungen oder Fahrtendenzen unsicher sein.

Angesichts dieser bekannten Probleme besteht ein Hauptziel der Erfindung darin, ein Bremsverfahren und eine Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug zu schaffen, das bzw. die es ermöglicht, die Bremsleistung beim Schnellbremsen in Notsituationen auch für einen Fahrer in ausreichender Weise zur Verfügung zu stellen, der, wie ein weiblicher oder älterer Fahrer, das Bremspedal nur mit einer schwachen Kraft betätigt.

Die Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug gemäß der Erfindung umfaßt ein vom Fahrer betätigtes Betätigungsteil; einen Verstärker zum Ausüben einer Bremskraft gemäß einer Betätigungskraft des Betätigungsteils auf die Fahrzeugräder; eine Bremskraftverstärkungseinrichtung zum Erhöhen des Ausgabewerts des Verstärkers unabhängig von der Betätigungskraft des Betätigungsteils; eine Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung zum Bestimmen, ob die Bremsbetätigung durch das Betätigungsteil eine normale Bremsbetätigung oder eine Bremsbetätigung in einer Notsituation ist; und eine Steuereinrichtung, die, wenn die Bremsbetätigung von der Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung dahingehend bestimmt ist, daß es sich um eine normale Bremsbedingung handelt, eine Bremskraft gemäß der Betätigungskraft des Betätigungsteils auf die Räder mittels des Verstärkers ausübt, oder die, wenn die Bremsung dahingehend bestimmt wird, daß es sich um eine Notbremsbedingung handelt, den Ausgabewert des Verstärkers mittels der Bremskraftverstärkungseinrichtung unabhängig von der Betätigungskraft des Betätigungsteils erhöht, um eine Bremskraft auf die Fahrzeugräder auszuüben, die größer ist als die Bremskraft für die Normalbremsung.

Vorzugsweise ist die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung mit einer Betätigungskrafterfassungseinrichtung zum Erfassen der Betätigungskraft des Betätigungsteils versehen. Eine Notbremsbedingung wird bestimmt, wenn eine maximale Betätigungskraft von derjenigen Betätigungskraft, die von der Betätigungskrafterfassungseinrichtung erfaßt wird, größer ist als eine voreingestellte Betätigungskraft, und eine Zeit von Beginn der Betätigung des Betätigungsteils bis zum Erreichen der maximalen Betätigungskraft größer ist als eine voreingestellte Zeitlänge. Vorzugsweise weist die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung ferner eine Speichereinrichtung zum fortlaufenden Aktualisieren und Speichern des Wertes der Betätigungskraft auf einen größeren Wert auf, der von der Betätigungskrafterfassungseinrichtung erfaßt wird. Ferner wird eine Notbremsbedingung bestimmt, wenn die maximale Betätigungskraft, die neu aktualisiert wird, nachdem die Betätigungszeit die voreingestellte Zeit überschreitet, die voreingestellte Betätigungskraft überschreitet. Das Betätigungsteil ist ein Bremspedal, und die Betätigungskrafterfassungseinrichtung ist ein Druckkraftsensor, der am Bremspedal befestigt ist.

Vorzugsweise ist ferner der Verstärker mit dem Betätigungsteil verbunden und mit einem Hauptzylinder versehen, der die Betätigungskraft des Betätigungsteils in einen hydraulischen Druck umwandelt und eine Bremskraft ausgibt, die auf die Fahrzeugräder einwirkt.

Vorzugsweise ist die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung ferner mit einer Druckerfassungseinrichtung zum Erfassen des Hydraulikdrucks als Output des Hauptzylinders versehen, und eine Notbremsbedingung wird bestimmt, wenn ein maximaler Druckgradient eines Druckgradienten, der von der Druckerfassungseinrichtung erfaßt wird, größer ist als ein voreingestellter Druckgradient, und die Zeitdauer von Beginn der Betätigung des Betätigungsteils bis zum Erreichen des maximalen Druckgradienten größer ist als eine voreingestellte Zeitdauer. In diesem Fall weist die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung eine Speichereinrichtung zum fortlaufenden Aktualisieren und Speichern eines größeren Wertes des Druckgradientenwertes auf, der von der Druckerfassungseinrichtung als der maximale Druckgradient erfaßt wird. Ferner wird eine Notbremsbedingung bestimmt, wenn der maximale Druckgradient, der neu aktualisiert wird, nachdem die Betätigungszeit eine voreingestellte Zeit überschreitet, den voreingestellten Druckgradienten überschreitet. Alternativ ist die Bremsbedingungsbestimmung

mungseinrichtung mit einer Druckerfassungseinrichtung zum Erfassen des Hydraulikdrucks als Output des Hauptzylinders versehen. Eine Notbremsbedingung wird bestimmt, wenn die erste Bedingung erfüllt ist, wo ein Mittelwert des erfaßten Drucks von der Zeit ab, bei welcher der von der Druckerfassungseinrichtung erfaßte Druck bis zu einer Zeit vor einer ersten voreingestellten Zeit, die mit dem voreingestellten Wert addiert wird, größer ist als der erfaßte Druck nach einer zweiten voreingestellten Zeit von dieser Zeit ab. Danach ist die verstrichene Zeit von der obigen Zeit ab länger als eine dritte voreingestellte Zeit, und der Druckgradient ist größer als ein zweiter voreingestellter Druckgradient. In diesem Fall mißt die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung die Zeitlänge, wenn der Druckgradient null ist, oder einen negativen Wert, wenn die erste Bedingung erfüllt ist, bestimmt eine Normalbremsbedingung, wenn die Zeit länger ist als eine vierte voreingestellte Zeit, und streicht die Erfüllung der ersten Bedingung.

Vorzugsweise weist die Steuereinrichtung eine Betätigungserfassungseinrichtung zum Erfassen auf, ob der Fahrer das Betätigungsteil betätigt, und eine erste Verhinderungseinrichtung zum Verhindern der Betätigung der Bremskraftverstärkungseinrichtung, wenn mittels eines Signals erfaßt wird, daß der Fahrer das Betätigungsteil nicht betätigt. Dies wird durch ein Signal erreicht, das von der Betätigungserfassungseinrichtung erfaßt wird, nachdem eine Notbremsbedingung von der Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung bestimmt wird.

Vorzugsweise weist die Steuereinrichtung ferner eine Betätigungskrafterfassungseinrichtung zum Erfassen der Betätigungskraft des Betätigungsteils auf, und enthält eine zweite Verhinderungseinrichtung zum Verhindern der Betätigung der Bremskraftverstärkungseinrichtung, wenn die von der Betätigungskrafterfassungseinrichtung erfaßte Betätigungskraft geringer ist als ein voreingestellter Wert, nachdem eine Notbremsbedingung von der Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung bestimmt wird.

Gemäß einem weiteren Aspekt umfaßt die Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug gemäß der Erfindung eine Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungseinrichtung zum Erfassen einer Fahrzeuggeschwindigkeit, eine Lenkradwinkelerfassungseinrichtung zum Erfassen eines Lenkradwinkels, einen Beschleunigeröffnungssensor zum Erfassen einer Beschleunigeröffnung, eine erste Schätzeinrichtung zum Schätzen der Verkehrsbedingung des Fahrzeugs unter Verwendung eines Laufzeitverhältnisses und einer Durchschnittsgeschwindigkeit, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeleitet wird, die von der Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungseinrichtung erfaßt wird, und einer durchschnittlichen Seitenbeschleunigung, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkradwinkel abgeleitet wird, die von der Lenkradwinkelerfassungseinrichtung erfaßt wird, eine zweite Schätzeinrichtung zum Schätzen einer vom Fahrer beabsichtigten Betätigungstendenz, wobei ein Häufigkeitsanalysewert der Beschleunigeröffnung verwendet wird, die von der Beschleunigeröffnung abgeleitet wird, welche vom Beschleunigeröffnungssensor erfaßt wird, ein Häufigkeitsanalysewert der Fahrzeuggeschwindigkeit, die vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor erfaßt wird, ein Häufigkeitsanalysewert einer längsgerichteten Beschleunigung, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeleitet wird, ein Häufigkeitsanalysewert der Seitenbeschleunigung, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkradwinkel abgeleitet wird, und die Verkehrsbedingung, die von der ersten Schätzeinrichtung geschätzt wird, und eine voreingestellte Druckgradientänderungseinrichtung zum Ändern des voreingestellten Druckgradienten gemäß der Betätigungstendenz, die von der zweiten Schätzeinrichtung geschätzt wird.

Alternativ umfaßt die Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug eine Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungseinrichtung zum Erfassen einer Fahrzeuggeschwindigkeit, eine Lenkradwinkelerfassungseinrichtung zum Erfassen eines Lenkradwinkels, einen Beschleunigeröffnungssensor zum Erfassen einer Beschleunigeröffnung, eine erste Schätzeinrichtung zum Schätzen der Verkehrsbedingung des Fahrzeugs, wobei ein Laufzeitverhältnis und eine Durchschnittsgeschwindigkeit verwendet werden, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeleitet wird, welche von der Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungseinrichtung erfaßt wird, und eine durchschnittliche Seitenbeschleunigung, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkradwinkel abgeleitet wird, der von der Lenkradwinkelerfassungseinrichtung erfaßt wird, eine zweite Schätzeinrichtung zum Schätzen einer vom Fahrer beabsichtigten Betätigungstendenz, wobei ein Häufigkeitsanalysewert der Beschleunigeröffnung verwendet wird, der von der Beschleunigeröffnung abgeleitet wird, welcher vom Beschleunigeröffnungssensor erfaßt wird, ein Frequenzanalysewert der Fahrzeuggeschwindigkeit, die vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor erfaßt wird, ein Häufigkeitsanalysewert einer längsgerichteten Beschleunigung, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeleitet wird, ein Häufigkeitsanalysewert der Seitenbeschleunigung, der von der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkradwinkel abgeleitet wird, und die Verkehrsbedingung, die von der ersten Schätzeinrichtung geschätzt wird, und eine voreingestellte Druckgradientenänderungseinrichtung zum Ändern des voreingestellten Druckgradienten gemäß der Betätigungstendenz, die von der zweiten Schätzeinrichtung geschätzt wird.

In diesem Fall bestimmt die zweite Schätzeinrichtung vorzugsweise die Häufigkeitsverteilungen der individuellen Parameter der Beschleunigeröffnung, die Fahrzeuggeschwindigkeit, die längsgerichtete Beschleunigung und die Seitenbeschleunigung, und schätzt die Betätigungstendenz auf der Basis einer gewichteten Gesamtsumme von Mittelwerten und Varianzen der individuellen Parameter, die von den Häufigkeitsverteilungen und der Verkehrsbedingung abgeleitet werden, die von der ersten Schätzeinrichtung geschätzt wird.

Da die vorliegende Erfindung ein vom Fahrer betätigtes Betätigungsteil aufweist, den Verstärker zum Unterstützen und Ausüben der Bremskraft auf die Räder gemäß der Betätigungskraft des Betätigungsteils, die Bremskraftverstärkungseinrichtung zum Verstärken des Outputs des Verstärkers unabhängig von der Betätigung des Betätigungsteils, die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung zum Bestimmen, ob die Bremsbetätigung durch das Betätigungsteil eine Normalbremsbedingung oder eine Notbremsbedingung ist, und die Steuereinrichtung, welche, wenn die Bremsbetätigung von der Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung derart bestimmt wird, daß es sich um eine Normalbremsbedingung handelt, die Bremskraft gemäß der Betätigungskraft des Betätigungsteils durch den Verstärker auf die Räder ausübt, oder die, wenn die Bremsung als Notbremsbedingung bestimmt wird, den Output des Verstärkers durch die Bremskraftverstärkungseinrichtung unabhängig von der Betätigungskraft des Betätigungsteils verstärkt und eine Bremskraft auf die Räder ausübt, die größer ist

als beim normalen Bremsen, ist bei der vorliegenden Erfindung vorteilhaft, daß die Bremsleistung sogar von einem Fahrer, der nur eine schwache Betätigungskraft auf das Betätigungsteil ausübt, wie ein weiblicher oder älterer Fahrer, ausreichend ausgenutzt werden kann.

Die Bremsbedingung kann ohne weiteres bestimmt werden, indem eine Notbremsbedingung bestimmt wird, wenn in der Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung die maximale Betätigungskraft von derjenigen Betätigungskraft, die von der Betätigungskrafterfassungseinrichtung erfaßt wird, größer ist als die voreingestellte Betätigungskraft, und die verstrichene Zeit von Beginn der Betätigung des Betätigungsteils bis zu derjenigen Zeit, wenn die maximale Betätigungskraft erreicht ist, größer ist als die voreingestellte Zeit.

Weiterhin weist die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung eine Speichereinrichtung zum fortlaufenden Aktualisieren und Speichern eines größeren Wertes der Betätigungskraft auf, die von der Betätigungskrafterfassungseinrichtung als die maximale Betätigungskraft erfaßt wird. Eine Notbremsbedingung wird bestimmt, wenn die maximale Betätigungskraft, die neu aktualisiert wird, nachdem die Betätigungszeit die voreingestellte Zeit überschreitet, die voreingestellte Betätigungskraft überschreitet, wodurch bei einem Fahrer mit einer schwachen Betätigungskraft auf das Betätigungsteil auf einfache und genaue Weise eine Notbremsbedingung bestimmt wird.

Da das Betätigungsteil ein Bremspedal und die Betätigungskrafterfassungseinrichtung ein Druckkraftsensor ist, der am Bremspedal befestigt ist, kann die vom Fahrer ausgeübte Betätigungskraft des Betätigungsteils ferner direkt und bestimmt erfaßt werden.

Da der Verstärker mit dem Betätigungsteil verbunden ist und der Hauptzylinder vorgesehen ist, der die Betätigungskraft des Betätigungsteils in einen hydraulischen Druck umwandelt, um die Bremskraftwirkung auf die Fahrzeugräder auszugeben, kann die Betätigungskraft des Betätigungsteils bei einer Notbremsbedingung in geeigneter Weise auf die Räder ausgeübt werden.

Da in der Betätigungsbedingungsbestimmungseinrichtung eine Notbremsung bestimmt wird, wenn die maximale Betätigungskraft von derjenigen Betätigungskraft, die von der Betätigungskrafterfassungseinrichtung erfaßt wird, größer ist als der voreingestellte Wert, und die verstrichene Zeit von Beginn der Betätigung des Betätigungsteils bis zum Erreichen der maximalen Betätigungskraft länger ist als die voreingestellte Zeit, kann die Bremsbedingung auf einfache und genaue Weise bestimmt werden. Die Bremsleistung kann in einer Notbremsituation sogar von einem Fahrer mit einer schwachen Betätigungskraft auf das Betätigungsteil in ausreichender Weise ausgenutzt werden, wie beispielsweise von einem weiblichen oder älteren Fahrer, und die Fahrsicherheit des Fahrzeugs kann verbessert werden.

Die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung weist eine Speichereinrichtung zum fortlaufenden Aktualisieren und Speichern eines größeren Wertes des Druckgradienten auf, der von der Druckerfassungseinrichtung als der maximale Druckgradient erfaßt wird. Ferner wird eine Notbremsung bestimmt, wenn der maximale Druckgradient, der neu aktualisiert wird, nachdem die Betätigungszeit die voreingestellte Zeit überschreitet, den voreingestellten Druckgradienten überschreitet. Auf diese Weise kann eine Notbremsung eines Fahrers mit einer schwachen Betätigungskraft auf das Betätigungsteil einfach und genau bestimmt werden.

In der Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung wird eine Notbremsung bestimmt, wenn die erste Bedingung erfüllt ist, wo ein Mittelwert des erfaßten Druckes von derjenigen Zeit an, bei welcher der Druckgradient von der Druckerfassungseinrichtung erfaßt wird, bis vor der ersten voreingestellten Zeit, die zum voreingestellten Wert hinzugefügt wird, größer ist als der erfaßte Druck nach der zweiten voreingestellten Zeit von jener Zeit an, wobei die verstrichene Zeit von jener Zeit an größer ist als die dritte voreingestellte Zeit, und der Druckgradient größer ist als der zweite voreingestellte Druckgradient. Die Bremsleistung kann daher in einer Notbremsituation sogar von einem Fahrer mit schwacher Betätigungskraft auf das Betätigungsteil, wie von einem weiblichen oder älteren Fahrer, in ausreichender Weise ausgenutzt werden, und die Fahrsicherheit des Fahrzeugs kann verbessert werden.

In der Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung ist die erste Bedingung dann erfüllt, wenn der Druckgradient null ist oder ein negativer Wert gemessen wird. Eine normale Bremsung wird bestimmt, wenn die Zeit länger ist als eine vierte voreingestellte Zeit, um die erste Bedingung zu streichen. Auf diese Weise kann eine normale Bremssituation oder eine Notbremssituation exakt bestimmt werden, und die Bremskraft kann nur für eine Schnellbremsung unterstützt werden.

Da die Steuereinrichtung die Betätigungserfassungseinrichtung zum Erfassen aufweist, ob der Fahrer das Betätigungsteil betätigt, und auch die erste Verhinderungseinrichtung zum Verhindern der Betätigung der Bremskraftverstärkungseinrichtung aufweist, wenn durch ein Signal erfaßt wird, daß der Fahrer das Betätigungsteil nicht betätigt, wobei das Signal von der Betätigungserfassungseinrichtung erfaßt wird, nachdem eine Notbremsung von der Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung bestimmt wird, kann die Unterstützung der Bremskraft durch die Bremskraftverstärkungseinrichtung auf bestimmte Weise unterbrochen werden, wenn der Fahrer das Betätigungsteil nicht betätigt.

Weiterhin weist die Steuereinrichtung die Betätigungskrafterfassungseinrichtung zum Erfassen der Betätigungskraft des Betätigungsteils auf. Ferner weist sie die zweite Verhinderungseinrichtung zum Verhindern der Betätigung der Bremskraftverstärkungseinrichtung auf, wenn die von der Betätigungskrafterfassungseinrichtung erfaßte Betätigungskraft geringer ist als die voreingestellte Betätigungskraft, nachdem eine Notbremsbedingung durch die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung bestimmt wird. Die Unterstützung der Bremskraft durch die Bremskraftverstärkungseinrichtung kann in bestimmter Weise unterbrochen werden, wenn der Fahrer das Betätigungsteil nicht betätigt oder die Betätigung eine normale Bremsbetätigung ist.

Indem ferner die Verkehrsbedingung des Fahrzeugs geschätzt wird, wobei ein Laufzeitverhältnis und eine Durchschnittsgeschwindigkeit verwendet werden, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeleitet wird, welche von der Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungseinrichtung erfaßt wird, und eine durchschnittliche Seitenbeschleunigung, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkradwinkel abgeleitet wird, der von der Lenkradwin-

kelerfassungseinrichtung erfaßt wird, und indem die vom Fahrer beabsichtigte Betätigungstendenz geschätzt wird, wobei ein Häufigkeitsanalysewert der Beschleunigeröffnung verwendet wird, die von der Beschleunigeröffnung abgeleitet wird, welche vom Beschleunigeröffnungssensor erfaßt wird, ein Häufigkeitsanalysewert der Fahrzeuggeschwindigkeit, die vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor erfaßt wird, ein Häufigkeitsanalysewert einer längsgerichteten Beschleunigung, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeleitet wird, ein Häufigkeitsanalysewert der Seitenbeschleunigung, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkradwinkel abgeleitet wird, und die Verkehrsbedingung, die von der ersten Schätzeinrichtung geschätzt wird, um den voreingestellten Druckgradienten oder den zweiten voreingestellten Druckgradienten zu ändern, kann eine Bremsbedingung von einem Fahrer mit schwacher Betätigungskraft, wie einem weiblichen oder älteren Fahrer, von einem normalen Fahren, sportlichen Fahren oder harten Fahren unterschieden werden.

Ferner bestimmt die zweite Schätzeinrichtung die Häufigkeitsverteilungen der individuellen Parameter der Beschleunigeröffnung, die Fahrzeuggeschwindigkeit, die längsgerichtete Beschleunigung und die Seitenbeschleunigung, und schätzt die Betätigungstendenz auf der Basis einer gewichteten Gesamtsumme von Durchschnittswerten und Varianzen der individuellen Parameter, die von den Häufigkeitsverteilungen und der Verkehrsbedingung abgeleitet werden, die von der ersten Schätzeinrichtung geschätzt wird. Hierdurch kann die Betätigungsbedingung des Fahrers exakt geschätzt und das normale Bremsen oder schnelle Bremsen bestimmt werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Querschnitt eines Negativdruck-Bremsverstärkers, der bei einzelnen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug vorgesehen ist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug gemäß der Erfindung bei Nichtbetätigung;

Fig. 3 eine schematische Darstellung der ersten Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug gemäß der Erfindung bei Betätigung;

Fig. 4 ein Blockdiagramm zur Darstellung eines Steuersystems der ersten Ausführungsform und einer zweiten Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug;

Fig. 5 ein Flußdiagramm zur Darstellung der Steuerroutine der ersten Ausführungsform und der zweiten Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug;

Fig. 6 ein Diagramm zur Veranschaulichung des Verhältnisses zwischen der verstrichenen Zeit und dem M/C-Druck PM, das bei der Schnellbremsbestimmung in der Steuerroutine von Fig. 5 verwendet wird;

Fig. 7 ein Diagramm zur Veranschaulichung des Verhältnisses zwischen der verstrichenen Zeit und dem M/C-Druckgradienten  $d(PM)/dt$ , das bei der Schnellbremsbestimmung in der Steuerroutine von Fig. 5 verwendet wird;

Fig. 8 eine schematische Darstellung der zweiten Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug bei Nichtbetätigung;

Fig. 9 eine schematische Darstellung der zweiten Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug bei Betätigung;

Fig. 10 eine schematische Darstellung der dritten Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug bei Nichtbetätigung;

Fig. 11 eine schematische Darstellung der zweiten Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug bei Betätigung;

Fig. 12 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung der Steuerroutine der dritten Ausführungsform und einer vierten Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug;

Fig. 13 ein Diagramm zur Veranschaulichung des Verhältnisses zwischen der verstrichenen Zeit und dem M/C-Druckgradienten  $d(PM)/dt$ , das bei der Schnellbremsbestimmung in der Steuerroutine von Fig. 12 verwendet wird;

Fig. 14 ein Diagramm, das die Änderungen des M/C-Druckgradienten  $d(PM)/dt$  relativ zur verstrichenen Zeit und den Betriebszustand des Bremslampenschalters in der dritten und vierten Ausführungsform zeigt;

Fig. 15 eine schematische Darstellung der vierten Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug bei Nichtbetätigung;

Fig. 16 eine schematische Darstellung der vierten Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug bei Betätigung;

Fig. 17 ein Flußdiagramm, das die Steuerroutine einer fünften Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug zeigt;

Fig. 18 ein Diagramm, das das Verhältnis zwischen dem M/C-Druckgradienten und der Schnelligkeit als eine Größe zeigt, welche die Betätigungstendenz des Fahrers in der fünften Ausführungsform angibt;

Fig. 19 eine schematische Darstellung, die das Verkehrsbedingungsbestimmungsverfahren im Schätzverfahren der Betätigungstendenz des Fahrers zeigt, das bei der fünften Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug angewendet wird;

Fig. 20 eine schematische Darstellung des Schätzverfahrens für die Betätigungstendenz des Fahrers, das bei der fünften Ausführungsform der Fahrzeugbremsvorrichtung angewendet wird;

Fig. 21 ein Blockdiagramm, das den Controller und den Sensor zum Durchführen des Schätzverfahrens der Betätigungstendenz des Fahrers zeigt;

Fig. 22 ein Flußdiagramm, das die Berechnungsroutine für das Laufzeitverhältnis zeigt, die vom Controller von Fig. 21 ausgeführt wird;

Fig. 23 ein Flußdiagramm, das die Berechnungsroutine für die Durchschnittsgeschwindigkeit zeigt, die vom Controller von Fig. 21 ausgeführt wird;

Fig. 24 ein Flußdiagramm, das die Berechnungsroutine für die mittlere Seitenbeschleunigung zeigt, die vom

Controller von Fig. 21 ausgeführt wird;

Fig. 25 ein Diagramm, das die Mitgliedsfunktion zeigt, welche die mehrwertige Menge des Laufzeitverhältnisses bestimmt;

Fig. 26 ein Diagramm, das die Mitgliedsfunktion zeigt, welche die mehrwertige Menge der Durchschnittsgeschwindigkeit bestimmt;

Fig. 27 ein Diagramm, das ein Berechnungsbeispiel der Anpassung des tatsächlichen Laufzeitverhältnisses an die mehrwertige Menge des Laufzeitverhältnisses zeigt;

Fig. 28 ein Diagramm, das ein Berechnungsbeispiel der Anpassung der tatsächlichen Durchschnittsgeschwindigkeit an die mehrwertige Menge der Durchschnittsgeschwindigkeit zeigt;

Fig. 29 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Karte für die durchschnittliche Seitenbeschleunigung und das Bergstraßenausmaß;

Fig. 30 ein Flußdiagramm der Häufigkeitsanalyseroutine, die vom Controller von Fig. 21 ausgeführt wird;

Fig. 31 eine graphische Darstellung der Anordnung, welche die Grundgesamtheit der Eingangsdaten als Gegenstand der Häufigkeitsanalyse bildet;

Fig. 32 eine schematische Darstellung der Prozessoreinheit, die ein neurales Netzwerk zum Schätzen der Betätigungstendenz des Fahrers bildet;

Fig. 33 eine schematische Darstellung des neuronalen Netzwerks, das die Prozessoreinheit von Fig. 32 aufweist;

Fig. 34 ein Flußdiagramm, das eine Berechnungsroutine der "Geschwindigkeit" als Maß zeigt, das die Betätigungstendenz des Fahrers angibt, welche vom Controller von Fig. 21 ausgeführt wird; und

Fig. 35 eine graphische Darstellung, die den maximalen Gradienten des Hauptzylinders beim schnellen Bremsen bei einzelnen Zuständen der unterschiedlichen Betätigungstendenzen zeigt.

Zunächst wird eine erste Ausführungsform beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt eines Tandemnegativdruck-Bremserverstärkers 1, auf den das Schnellbremsunterstützungssystem angewendet wird. In Fig. 1 ist ein Bremshauptzylinder 50, der vom Negativdruck-Bremserverstärker 1 betätigt wird, an der Vorderfläche eines Verstärkergehäuses 1a befestigt.

Das Verstärkergehäuse 1a ist durch einen hinteren Gehäusehalbkörper 1b abgedichtet, der an einem (nicht gezeigten) Fahrzeugkörper abgestützt ist. Die Innenseite des Verstärkergehäuses 1a ist mittels einer Teilungsplatte 1c in eine vordere Gehäusekammer 2 und eine hintere Gehäusekammer 3 unterteilt.

Die vordere Gehäusekammer 2 ist in eine vordere Negativdruckkammer 2a an der vorderen Seite und eine vordere Luftkammer 2b an der hinteren Seite unterteilt. Ein vorderer Kolben 4 ist hin- und herbewegbar in Längsrichtung angeordnet. Eine vordere Membran 6, ist mit der Rückfläche des Kolbens verbunden und zwischen dem Verstärkergehäuse 1a und der Teilungsplatte 1c angeordnet. Die hintere Gehäusekammer 3 ist in eine hintere Negativdruckkammer 3a an der vorderen Seite und eine hintere Luftkammer 3b an der Rückseite unterteilt. Ein hinterer Kolben 5 ist hin- und herbewegbar in Längsrichtung angeordnet. Eine hintere Membran 7 ist mit der Rückseite des Kolbens verbunden und zwischen dem Verstärkergehäuse 1a und dem hinteren Gehäusehalbkörper 1b angeordnet.

In der Mitte des hinteren Kolbens 5 ist ein Ventilzylinder 6 befestigt, der verschiebbar in der Mitte der Teilungsplatte 1c und an einer rückseitigen Verlängerung 9 des hinteren Gehäusehalbkörpers 1b gehalten ist. Da ferner das freie Ende des Ventilzylinders 8 an der Mitte des vorderen Kolbens 4 befestigt ist, arbeiten der vordere Kolben 4 und der hintere Kolben 5 synchron beim Verschieben des Ventilzylinders 8.

Mit der inneren Oberfläche der vorderen Negativdruckkammer 2a des Verstärkergehäuses 1a ist eine Verstärkungsplatte 17 eng befestigt, die mit einem Schlauchverbindungsanschluß 17a versehen ist, der zur Seite der vorderen Negativdruckkammer 2a hin vorsteht. Der Schlauchverbindungsanschluß 17a ist mit einem Ende eines vorderen Schlauches 18 verbunden, der flexibel und expandierbar ist, sowie geeignet ist, eine Zentripetalverformung des Schlauches zur zentralen Achse zu verhindern. Sein anderes Ende ist mit einem Schlauchverbindungsanschluß 4a verbunden, der zur Seite der vorderen Negativdruckkammer 2a des vorderen Kolbens 4 hin vorsteht.

Aufgrund der obigen Ausbildung kommuniziert die vordere Luftkammer 2b mit einem elektromagnetischen Luftdruckeinlaßventil und ähnliches (ein Abgasventil 41 und ein Einlaßventil 42 von Fig. 2 oder Fig. 3), das später näher beschrieben wird, über einen vorderen Schlauch 18 und einen Lufteinlaßschlauch 20, der am Verstärkergehäuse 1a befestigt ist.

Die Teilungsplatte 1c und der hintere Kolben 5 sind ebenso mit Schlauchverbindungsanschlüssen 1d und 5a versehen, die zur Seite der hinteren Negativdruckkammer 3a hin vorstehen. Die Schlauchverbindungsanschlüsse 1d und 5a sind miteinander durch einen hinteren Schlauch 19 verbunden, der flexibel oder expandierbar sowie geeignet ist, eine Zentripetalverformung auf die zentrale Achse zu vermeiden. Infolgedessen kommuniziert die hintere Luftkammer 3b mit der vorderen Luftkammer 2b über den hinteren Schlauch 19 und ferner mit einem elektromagnetischen Ventil für den Luftdruckeinlaß und ähnliches, das später beschrieben wird.

Die vordere Negativdruckkammer 2a ist mit einer (nicht gezeigten) Negativdruckseite (beispielsweise die Innenseite des Ansaugkrümmers des Motors) über den Negativdruckeinlaßschlauch verbunden und kommuniziert mit der hinteren Negativdruckkammer 3a durch eine erste Öffnung 11 des Ventilzylinders 8. Ferner ist die vordere Negativdruckkammer 2a mit der hinteren Luftkammer 3b über eine dritte Öffnung 14 des Ventilzylinders 8 und ein Steuerventil 13 verbindbar. Die hintere Luftkammer 3b und die vordere Luftkammer 2b stehen miteinander über den hinteren Schlauch 19 in Verbindung, wie vorstehend beschrieben, und ebenso über eine zweite Öffnung 12 des Ventilzylinders 8. Die hintere Luftkammer 3b kommuniziert auswählbar abwechselnd mit der vorderen Negativdruckkammer 2a über die dritte Öffnung 14 des Ventilzylinders 8 oder der hinteren Luftkammer 15 an der Luftdruckseite, wobei eine Änderung über das Steuerventil 13 erfolgt.

Im Ventilzylinder 8 sind ein mit einem Bremspedal (Betätigungsteil) 21 verbundener Eingangsdrücker 22 und ein hierdurch gebremstes Bremsventil 13 vorgesehen. Ein Ventilkolben 24 ist mit einem Zylinder 23 eines

Ventilzylinderzentralteils 8a im Zentrum des Ventilzylinders 8 in Eingriff. Ein vorderes Ende des Eingangsdrückers 22 ist am hinteren Ende des Ventilkolbens 24 schwingbar befestigt.

Ein ringförmiger erster Ventilsitz 23 ist am hinteren Ende des Ventilzylinderzentralteils 8a ausgebildet. Ein ringförmiger zweiter Ventilsitz 26 ist ebenso am hinteren Ende des Ventilkolbens 24 ausgebildet, der vom ersten Ventilsitz umgeben ist. Ein Ventilkörper 27, der mit dem ersten Ventilsitz 25 und dem zweiten Ventilsitz 26 verschiebbar ist, ist im Ventilzylinder 8 vorgesehen. Der Ventilkörper ist beispielsweise aus Gummi hergestellt und expandierbar, sein hinteres Ende ist in engem Kontakt mit der inneren Umfangsfläche des Ventilzylinders 8 abgestützt, und ein Ventilbereich 28 ist gegenüber dem ersten Ventilsitz 25 und dem zweiten Ventilsitz 26 am vorderen Ende vorgesehen. Infolgedessen wird vom ersten Ventilsitz 25 und dem Ventilbereich 28 ein Negativdruckventil 13a gebildet, und vom Ventilsitz 26 und dem Ventilbereich 28 wird ein Luftventil 13b gebildet, wodurch das Steuerventil 13 gebildet wird.

Normalerweise wird der Ventilbereich 28 in einem Zustand gehalten, in dem er nicht in Kontakt mit dem ersten Ventilsitz 25 ist. Dies bedeutet, daß das Negativdruckventil 13a durch die Funktion einer Rückkehrfeder 30 geöffnet ist, die an der inneren Umfangsfläche des Ventilzylinders 8 gehalten ist, um den Eingangsdrücker 22 zur Rückkehrseite hin zu drängen, und wobei er mit dem zweiten Ventilsitz 26 durch die Funktion einer Ventildfeder 29 kontaktiert, die unter Druck zwischen dem Ventilbereich 28 und dem Eingangsdrücker 22 angeordnet ist, um den Ventilbereich 28 sowohl gegen die Ventilsitze 25 als auch 26 zu drängen, wodurch das Luftventil 13b geöffnet wird. Wird das Bremspedal nicht betätigt, ist daher das Negativdruckventil 13a geöffnet. Ferner haben die vordere Luftkammer 2b und die hintere Luftkammer 3b den gleichen Druck wie die vordere Negativdruckkammer 2a.

Wird das Bremspedal niedergedrückt und bewegt sich der Eingangsdrücker 22 vorwärts, bewegen sich die Ventildfeder 29 und der Ventilbereich 28 nach vorne und der Ventilbereich 28 kontaktiert den Ventilsitz 25. Dies schließt das Negativdruckventil 13a, und die dritte Öffnung 14 des Ventilzylinders 8 und der Durchgang zwischen der vorderen Luftkammer 2b und der hinteren Luftkammer 3b werden verschlossen.

Bewegt sich der Eingangsdrücker 22 weiter nach vorne, nachdem das Negativdruckventil 13a geschlossen ist, beginnt die Ventildfeder 29, sich zusammen mit dem Ventilkörper 27 zusammenzuziehen, und es bewegt sich lediglich der Ventilkolben 24 weiter nach vorne. Dies trennt den zweiten Ventilsitz 26 vom Ventilbereich 28, das Luftventil 13b ist geöffnet und Luft strömt vom Luftventil 15 zur hinteren Luftkammer 2b und der hinteren Luftkammer 3b.

Ein elastischer Kolben 31 aus Gummi ist mit seiner hinteren Oberfläche, die dem Ventilkolben 24 gegenüberliegt, mit dem vorderen Zentrum des Ventilzylinderzentralteils 8a in Eingriff und ein Ausgangsdrücker 32 ist mit der vorderen Oberfläche des elastischen Kolbens 31 in Eingriff. Das vordere Ende des Ausgangsdrückers 32 ist mit einem (nicht gezeigten) Kolben des Bremshauptzylinders 50 verbunden. Bewegt sich der Eingangsdrücker 22 nach vorne, kontaktiert daher der Ventilkolben 24 den elastischen Kolben 31. Wird er weiter nach vorne bewegt, übersteigt die Druckkraft des Eingangsdrückers 22 die elastische Grenze des elastischen Kolbens 31 und die Druckkraft des Eingangsdrückers 22 wird direkt zum Ausgangsdrücker 32 übertragen.

Ein eingeschnürter Teil 24a in der Mitte des Ventilkolbens 24 ist am Umfang mit einer Stopperplatte 33 versehen, um in Längsrichtung des Ventilkolbens 24 ein Spiel zu haben. Die Stopperplatte 33 bewegt den Ventilzylinder 8 zusammen mit der Vorwärtsbewegung des Ventilkolbens 24 nach vorne, wenn der Eingangsdrücker 22 gedrückt wird, um den Ventilkolben 24 nach vorne zu bewegen. Wird andererseits durch Öffnen des Luftventils 13b Luft zur vorderen Luftkammer 2b und zur hinteren Luftkammer 3b geleitet, wird eine Druckdifferenz im Negativdruck zwischen der vorderen Negativdruckkammer 2a und der hinteren Negativdruckkammer 3a erzeugt, und der vordere Kolben 4 und der hintere Kolben 5 werden nach vorne gedrängt und der Ausgangsdrücker 32 kann nach vorne durch den Ventilkolben 24 bewegt werden.

Zwischen dem Ventilzylinderzentralteil 8a und dem Verstärkergehäuse 1a ist eine Ventilzylinderrückkehrfeder 34 unter Druck angeordnet, um den vorderen und hinteren Kolben 4 und 5 mit einer Rückkehrkraft zu versehen. Wird keine Druckdifferenz zwischen der vorderen Negativdruckkammer 2a und der vorderen Luftkammer 2b und der hinteren Negativdruckkammer 3a und der hinteren Luftkammer 3b erzeugt, sind die hinteren Kolben 4 und 5 zusammen mit dem Ventilzylinder 8 immer an der Rückzugsgrenze positioniert.

Als nächstes wird unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 3 eine Ausführungsform beschrieben, bei welcher der Negativdruckbremsverstärker 1 der obigen Ausbildung bei einem Schnellbremsunterstützungssystem angewendet wird.

Wie in Fig. 2 gezeigt, ist das Negativdruckeinlaßrohr 10 des Negativdruckbremsverstärkers 1 mit einem Behälter A1 und mit einer Negativdruckquelle (innerhalb des Ansaugkrümmers) verbunden. Eine Luftleitung A2 ist vom Behälter A1 abzweigend, und die Luftleitung A2 ist mit einem Auslaßventil 41 verbunden, das ein elektromagnetisches Ventil ist, welches im nicht erregten Zustand geschlossen ist. Weiterhin ist das Auslaßventil 41 mit einer Luftleitung A3 verbunden, und ein Ende ist mit einem Einlaßventil verbunden, das ein elektromagnetisches Ventil ist, welches im nicht erregten Zustand geschlossen ist. Eine Luftleitung A4 ist von der Luftleitung A3 abzweigend, und die Luftleitung A4 ist mit dem Lufteinlaßrohr 20 des Negativbremsverstärkers 1 verbunden.

Vom Tandem-Bremshauptzylinder 50, der mit der Vorderseite des Negativdruckbremsverstärkers 1 verbunden ist, erstrecken sich Ölleitungen P1a und P1b, die individuell letztlich mit (nicht gezeigten) Radzylindern verbunden sind (beispielsweise Bezugszeichen 71—74 in Fig. 8 oder Fig. 9, die später beschrieben werden). Auf halber Strecke in den Ölleitungen P1a und P1b sind hydraulische Drucksensoren 45a und 45b als Druckerfassungseinrichtung einzeln angeschlossen.

Das Bremspedal 21, das mit dem Eingangsdrücker 22 des Negativdruckbremsverstärkers 1 verbunden ist, ist mit einer Bremse SW (Bremslampe SW und ähnliches) versehen, die als Betätigungserfassungseinrichtung angeordnet ist, um die Betätigung des Bremspedals 21 zu erfassen, und mit einem Druckkraftsensor 47 als Betätigungskrafterfassungseinrichtung. Der Druckkraftsensor 47 verwendet einen Drucksensor wie beispiels-

weise einen variablen Druckpedalwiderstand und ist in der Nähe der Mitte des Bremspedals 21 auf der Fahrerseite befestigt, um in bestimmter Weise gedrückt zu werden.

Wie im Blockdiagramm von Fig. 4 gezeigt, sind mit der Eingangsseite einer am Fahrzeug vorgesehenen elektronischen Steuereinheit ECU 40 die hydraulischen Drucksensoren 45a und 45b, die Bremse SW 46, der Druckkraftsensor 47 und ähnliches verbunden. Mit der Ausgangsseite sind eine Magneteinheit des Auslaßventils 41 und des Einlaßventils 42 des Schnellbremsunterstützungssystems verbunden.

Als nächstes wird der Betrieb des Schnellbremsunterstützungssystems der obigen Konstruktion beschrieben.

Fig. 5 zeigt eine Routine zum Steuern des Schnellbremsunterstützungssystems, die als Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung und Steuereinrichtung arbeitet. Als erstes werden in Schritt S10 Bestimmungsdaten in eine Speichereinrichtung eingelesen, um zu bestimmen, ob die Schnellbremsung eine Bedingungen ist, um das Schnellbremsunterstützungssystem zu betätigen (eine Bedingung, wenn ein eine schwache Druckkraft ausübender Fahrer, wie ein weiblicher oder älterer Fahrer, eine Schnellbremsung ausführt). In diesem Fall werden eine Zeitdauer  $t$ , nachdem die Bremse SW 46 die Betätigung des Pedals erfaßt, der M/C-Druck  $PM$  als hydraulischer Druck des M/C-(Hauptzylinder), der von den hydraulischen Drucksensoren 45a und 45b erfaßt wird, die mit der Ausgangsseite des Bremshauptzylinders 50 verbunden sind, der maximale M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt_{max}$ , und eine Druckkraft  $PB$  vom Druckkraftsensor 47 eingelesen. Diese Werte werden bei jeder Ausführungsperiode (beispielsweise 5 msec) der Routine gelesen.

Das Lesen des maximalen M/C-Druckgradienten  $d(PM)/dt_{max}$  wird derart durchgeführt, daß der größte Wert des M/C-Druckgradienten  $d(PM)/dt_{max}$  gemäß dem M/C-Druck  $PM$ , der von den hydraulischen Drucksensoren 45a und 45b erfaßt wird, bestimmt wird, der als der maximale M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt_{max}$  gespeichert wird. Die Ausführung der Routine wird wiederholt und, falls der maximale M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt_{max}$  größer ist als jener Wert, wird der Wert als neuer maximaler M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt_{max}$  aktualisiert.

Als nächstes wird in Schritt S12 bestimmt, ob eine Schnellbremsung durch einen Fahrer mit einer schwachen Druckkraft ausgeführt wird. Bei der Schnellbremsbestimmung wird bestimmt, ob die Bestimmungsdaten, die in Schritt S10 gelesen wurden, sich innerhalb der schraffierten Flächen A und B befinden, die in der Karte von Fig. 6 und Fig. 7 gezeigt sind. Dies bedeutet, daß in der Karte von Fig. 6 bestimmt wird, ob sich der M/C-Druck  $PM$  und die Zeitdauer  $t$  innerhalb der Formel (1) befinden, und daß in der Karte von Fig. 7 bestimmt wird, ob der maximale M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt_{max}$  und die Zeitdauer  $t$  sich innerhalb der Formel (2) befinden.

$$PM < k - 1 \quad (1),$$

$$d(PM)/dt_{max} > XdPM, 1 > Xt \quad (2),$$

wobei  $k$  eine Verhältniskonstante von beispielsweise 250 (kgs/cm<sup>2</sup>/sec) ist. Ein vorbestimmter Wert  $XdPM$  ist beispielsweise 300 (kgf/cm<sup>2</sup>/sec), und die vorbestimmte Zeit  $Xt$  ist beispielsweise 100 (msec). Die Werte von  $k$ ,  $XdPM$ ,  $Xt$  und ähnliches basieren auf experimentellen Daten von einem Fahrer mit einer schwachen Bremspedaldruckkraft, wie einem weiblichen oder älteren Fahrer oder ähnliches, bei welchem der hydraulische Bremsdruck nach Beginn der Bremsbetätigung kaum erhöht wird, nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit  $Xt$  sich der Bremsdruck jedoch schnell erhöht, was als Schnellbremsung angesehen werden kann. Diese Schwellwerte werden mit dem Gegenstandszustand (subject condition) variiert.

Ist das Bestimmungsergebnis in Schritt S12 nein und sind die gelesenen Werte außerhalb von wenigstens einer Bestimmungsfläche (Fläche A oder Fläche B) von (1) oder (2), geht das Verfahren zu Schritt S20 weiter, wo das Einlaßventil 42 ZU bleibt und das Schnellbremsunterstützungssystem nicht betätigt wird.

Ist andererseits das Bestimmungsergebnis ja und wird eine Schnellbremsbedingung von einem Fahrer mit schwacher Druckkraft bestimmt, geht das Verfahren zu Schritt S14 weiter. In Schritt S14 wird der Zustand, ob das Bremspedal niedergedrückt ist, dadurch bestimmt, ob das Signal der Bremse der SW 46 AN ist. Sogar dann, wenn durch die Bestimmung in Schritt S12 eine Schnellbremsung bestimmt wird, ist die Bremse SW 46 AUS, wenn ein Bremsen danach nicht durchgeführt wird, und das Bestimmungsergebnis ist nein. Das Verfahren geht zu Schritt S20 weiter, wo das Einlaßventil 42 ausgeschaltet ist, und das Schnellbremsunterstützungssystem wird nicht betätigt (erste Verhinderungseinrichtung). Ist andererseits das Bestimmungsergebnis ja und ist das Signal der Bremse SW 46 AN, geht das Verfahren zu Schritt S16 weiter.

In Schritt S16 wird eine Bestimmung durchgeführt, ob die Bremsdruckkraft  $PB$ , die in Schritt S10 gelesen wurde, größer ist als ein vorbestimmter Wert  $X_{PB}$ . Der vorbestimmte Wert  $X_{PB}$  ist für einen Fahrer eingestellt, der die schwächste Bremsdruckkraft gemäß experimenteller Daten aufbringt, die ähnlich zu den obigen Schwellwerten sind. Auch wenn eine Schnellbremsbedingung durch die Bestimmung in Schritt S12 und Schritt S14 bestimmt wird, wenn das Bestimmungsergebnis nein ist, kann bestimmt werden, daß die Bremsdruckkraft relativ schwach ist und es sich nicht um eine Schnellbremsbedingung handelt. Das Verfahren geht zu Schritt S20 ähnlich wie in Schritt S14 weiter, wo das Einlaßventil 42 abgeschaltet ist und das Schnellbremsunterstützungssystem nicht betätigt wird (zweite Verhinderungseinrichtung). Ist andererseits das Bestimmungsergebnis ja, kann dies als Schnellbremsbedingung betrachtet werden. Das Verfahren geht zu Schritt S18 weiter, wo das Einlaßventil 42 eingeschaltet ist, um die Betätigung des Schnellbremsunterstützungssystems zu starten. Ferner wird Luft zur vorderen Luftkammer 2b und zur hinteren Luftkammer 3b des Negativdruckbremsverstärkers 1 geleitet.

Fig. 2 zeigt eine Bedingung, bei der eine der Bestimmungen in den Schritten S12, S14 und S16 der Steuerungsroutine für das Schnellbremsunterstützungssystem als nein bestimmt wird, wobei das Einlaßventil 42 ZU ist und das Schnellbremsunterstützungssystem sich im Nichtbetriebszustand befindet. Das bedeutet, daß eine normale Betätigungsbedingung des Negativdruckbremsverstärkers 1 bestimmt wird, und das Luftventil 13b ist geöffnet. Da in diesem Fall das Einlaßventil 42 schon durch das Öffnen des Luftventils 13b geöffnet ist, strömt Luft von der

hinteren Luftkammer 15 in die vordere Luftkammer 2b und die hintere Luftkammer 3b, der vordere Kolben 4 und der hintere Kolben 5 werden in Richtung der Seite der Negativdruckkammern 2a und 3a aufgrund der Druckdifferenz zwischen den Luftkammern 2b und 3b und der vorderen Negativdruckkammer 2a und der hinteren Negativdruckkammer 3a gedrückt, und die Bremskraft wird normal unterstützt.

Wird das Bremspedal 21 nicht betätigt, oder unmittelbar nach Betätigung des Bremspedals 21, werden, da das Negativdruckventil 13a geöffnet und das Luftventil 13b geschlossen ist, wie oben beschrieben, die Luftkammern 2b und 3b auf dem gleichen Druck gehalten wie die Negativdruckkammern 2a und 3a, ohne daß eine Druckdifferenz vorhanden wäre. Ferner werden der vordere Kolben 4 und der hintere Kolben 5 durch die Kraft der Ventilzylinderrückkehrfeder 34 zur Rückzugsgrenze zurückgezogen.

Sind andererseits alle Bestimmungen in den Schritten S12, S14 und S16 ja, ist das Einlaßventil 42 AN und das Schnellbremsunterstützungssystem ist in Betrieb, wie in Fig. 3 gezeigt. Das Einlaßventil 42 wird beaufschlagt und geöffnet, und Luft strömt in die vordere Luftkammer 2b durch den Lufteinlaßschlauch 3b und den Schlauch 18, und wird ferner verstärkt in die hintere Luftkammer 3b durch den Schlauch 19 geleitet (siehe Pfeil). Infolgedessen wird auf schnelle Weise eine Druckdifferenz zwischen der vorderen Negativdruckkammer 2a und der vorderen Luftkammer 2b und zwischen der hinteren Negativdruckkammer 3a und der hinteren Luftkammer 3b erzeugt. Ferner werden sowohl der vordere Kolben 4 als auch der hintere Kolben 5 zur Negativdruckseite hin, d. h. zur Seite, die das Bremsen verursacht, gedrängt, wodurch die Bremskraft verstärkt unterstützt wird. In diesem Fall strömt, wenn das Luftventil 13b, wie in der Figur gezeigt, geöffnet ist, Luft von der hinteren Luftkammer 15 (siehe Pfeil), und die Bremskraft wird noch stärker unterstützt.

In diesem Fall ist es möglich eine feine Einstellung des Drucks, der auf die Luftkammern 2b und 3b wirkt, durchzuführen, indem das Auslaßventil 41 gleichzeitig mit dem Öffnen des Einlaßventils 42 geöffnet wird, um einen Teil der Luft, die vom Einlaßventil 42 zur Negativdruckquellenseite hin strömt, wegströmen zu lassen.

Da die verstärkte Versorgung mit Luft bestimmt wird, unmittelbar nachdem das Bremspedal niedergedrückt wird, d. h. während das Negativdruckventil 13a geöffnet ist, wenn das Luftventil 42 geöffnet ist, kommunizieren die Luftkammern 2b und 3b mit der Negativdruckseite über das Negativdruckventil 13a, und der auf die Luftkammern 2b und 3b wirkende Druck ist geringer als der Atmosphärendruck. Bei einer Schnellbremsbedingung wird jedoch, da die Zeit sehr kurz ist, in der das Negativdruckventil 13a geöffnet ist, das Negativdruckventil 13a momentan geöffnet. Ferner wird die Verbindung der Luftkammern 2b und 3b mit der Negativdruckseite abgeschnitten, und die Unterstützung der Bremskraft ist ausreichend durchgeführt.

Wie oben beschrieben, kann durch Öffnen des Einlaßventils 42 zum verstärkten Zuführen von Luft zu den Luftkammern 2b und 3b eine ausreichende Bremskraft erhalten werden, und zwar sogar dann, wenn ein Fahrer, der nur eine schwache Bremskraft aufbringen kann, wie ein weiblicher oder älterer Fahrer, eine Schnellbremsung durchführt.

Bei dieser Ausführungsform wird angenommen, daß der auf die Luftkammern 2b und 3b einwirkende Druck der Atmosphärendruck ist. Das Einlaßventil 42 kann jedoch alternativ mit einem Luftkompressor oder ähnliches verbunden sein, um einen Druck auf die Luftkammern 2b und 3b auszuüben, der höher ist als der Atmosphärendruck, wenn das Einlaßventil 42 geöffnet ist. Dies erhöht noch die Unterstützung der Bremskraft.

Ferner wird als Verstärker der Negativdruckbremsverstärker verwendet, in welchem ein Negativdruck auf die Negativdruckkammern 2a und 2b ausgeübt und der Atmosphärendruck (positiver Druck) auf die Luftkammern 2b und 3b aufgebracht wird. Alternativ kann jedoch ein Positivdruckverstärker verwendet werden, in welchem die Teile der Negativdruckkammern 2a und 2b den Luftkammern entsprechen, und die Teile der Luftkammern 2b und 3b den Positivdruckkammern entsprechen. Wird eine Schnellbremsbedingung erfaßt, wird ein Positivdruck aufgebracht, der höher ist als beim normalen Bremsen, um die Bremskraft zu verstärken.

Als nächstes wird als zweite Ausführungsform ein Fall beschrieben, bei dem die obige Steuerung für das Schnellbremsunterstützungssystem bei einem anderen Schnellbremsunterstützungssystem (Bremshydraulikdrucksystem) angewendet wird.

Wie in Fig. 8 gezeigt, sind Ausgangsöffnungen, die an zwei Stellen des Tandem-Bremshauptzylinders 50 angeordnet sind, der an der Vorderseite des gewöhnlichen Negativdruckbremsverstärkers 1 vorgesehen ist, jeweils mit der Ölleitung P1a und der Ölleitung P1b verbunden. Die Hydraulikdrucksensoren 45a und 45b sind in den Ölleitungen P1a und P1b angeordnet.

Die Ölleitungen P1a und P1b sind jeweils verzweigt; die Ölleitung P1a ist in die Ölleitungen P2a, P3a und P4a unterteilt, und die Ölleitung P1b ist in die Ölleitungen P2b, P3b und P4b unterteilt. Die Ölleitungen P2a und P2b sind mit Veränderungsventilen 63a und 63b versehen, die aus im Normalfall geöffneten elektromagnetischen Ventilen bestehen, und die Ölleitungen P3a und P3b sind mit Druckventilen 65a und 65b versehen, die hydraulische Drücke der Ölleitungen P2a und P2b als Pilotdrücke freigeben. Ferner sind die Ölleitungen P4a und P4b mit Überprüfungsventilen 66a und 66b versehen.

Die Ölleitungen P2a, P3a und P4a und die Ölleitungen P2b, P3b und P4b sind mit Ölleitungen P5a und P5b und mit einzelnen Radzylindern 71—74 über ABS-I 70a und ABS-II 70b verbunden, die Ventileinheiten darstellen, welche die individuellen ABS-Systeme bilden. Das ABS-I 70a ist mit dem Radzylinder FL 71 und dem Radzylinder RR 72 verbunden, und das ABS-II 70b ist mit dem Radzylinder FR 73 und dem Radzylinder RL 74 verbunden. Das ABS-I 70a und das ABS-II 70b, welche die ABS-Systeme bildende Ventileinheiten sind, sind bekannte Systeme, so daß sie nicht detailliert beschrieben werden.

Andererseits sind die Ölservoirzylinder 51a und 51b, die im Tandem-Bremshauptzylinder 50 vorgesehen sind, mit einem Reservetank 52 über die Ölleitung P6 verbunden, und der Reservetank 52 ist mit den Ölleitungen P7a und P7b verbunden. Die Ölleitungen P7a und P7b sind mit Pumpen 61a und 61b versehen, die von einem Antriebsmotor 6 betätigt werden, und Überprüfungsventile 62a und 62b sind stromabwärts angeordnet. Die Ölleitungen P7a und P7b vereinigen sich mit den Ölleitungen P5a und P5b stromabwärts der Überprüfungsventile 62a und 62b.

An der Eingangsseite der ECU 40 sind, wie in dem in der ersten Ausführungsform beschriebenen Blockdiagramm von Fig. 4 gezeigt, zusätzlich zu den Hydraulikdrucksensoren 45a und 45b die Bremse SW 46, der Druckkraftsensor 47, Sensoren, die für die Betätigung des ABS-I 70a und des ABS-II 70b erforderlich sind, angeschlossen. Ferner sind an der Ausgangsseite zusätzlich zu den Elektromagneteneinheiten der Veränderungsventile 63a und 63b des Schnellbremsunterstützungssystems Elektromagneteneinheiten der einzelnen (nicht gezeigten) Elektromagnetventile des ABS-I 70a und des ABS-II 70b angeschlossen.

Als nächstes werden die Funktionen des Schnellbremsunterstützungssystems der obigen Konstruktion beschrieben.

Auch in der zweiten Ausführungsform führt die Steuerung für das Schnellbremsunterstützungssystem die Routine von Fig. 5 aus, die in der ersten Ausführungsform beschrieben wurde. Schritt S18 wird jedoch durch einen Schritt ersetzt, bei dem die Veränderungsventile 63a und 63b und der Motor 60 AN sind, und der Schritt S20 wird durch einen Schritt ersetzt, bei dem die Veränderungsventile 63a und 63b und der Motor 60 AUS sind.

Die Steuerungsroutine für das Schnellbremsunterstützungssystem wird durch die Bestimmungen in den Schritten S12, S14 und S16 ausgeführt, das Bremspedal 21 wird nicht betätigt und ein Bremsen wird nicht durchgeführt. Alternativ sind, wenn eine Normalbremsung bestimmt wird, bei der das System nicht zur Zeit des Bremsbeginns betätigt wird, die Veränderungsventile 63a und 63b und der Motor 60 in Schritt S20 auf AUS, und das Schnellbremsunterstützungssystem wird nicht betätigt.

In diesem Fall werden, wie im Nichtbetriebszustand von Fig. 8 gezeigt, die Veränderungsventile 63a und 63b nicht mit einem Antriebssignal von der ECU 40 versorgt, beide sind geöffnet, Hydraulikdruck von der Ausgangsöffnung des Bremshauptzylinders 50 wird direkt zu den einzelnen Radzylindern 71, 72, 73 und 74 über das ABS-I 70a und das ABS-II 70b geleitet. Ferner werden die Pumpen 61a und 61b nicht betätigt, da der Motor 60 nicht mit dem Antriebssignal versorgt wird.

In diesem Fall sind, wenn Öl durch die geöffneten Veränderungsventile 63a und 63b fließt und der Hydraulikdruck in den Ölleitungen P2a und P2b den vorbestimmten Pilotdruck erreicht, die Druckventile 65a und 65b geöffnet, die Ölleitungen P3a und P3b werden zusammen mit den Ölleitungen P2a und P2b verwendet, um die Strömungsrate zu erhöhen, und die Bremskraft wird weiter erhöht. Durch die Funktion der Überprüfungsventile 62a und 62b fließt Hochdrucköl der Ölleitungen P5a und P5b, das vom Bremshauptzylinder 50 zugeleitet wird, nicht zum Reservetank 52 zurück.

Wird andererseits durch die Bestimmungen der Steueroutine für das Schnellbremsunterstützungssystem in den Schritten S12, S14 und S16 bestimmt, daß eine Bremskraftunterstützung erforderlich ist, sind in Schritt S18 die Veränderungsventile 63a und 63b und der Motor 60 AN, um die Betätigung des Schnellbremsunterstützungssystems zu starten.

In diesem Fall werden, wie in Fig. 9 im Betriebszustand gezeigt, die Veränderungsventile 63a und 63b mit dem Antriebssignal versorgt und geöffnet, der Motor 60 wird betrieben, um die Pumpen 61a und 61b zu betätigen, und die einzelnen Radzylinder 71, 72, 73 und 74 werden mit dem Abgabedruck der Pumpen 61a und 61b über das ABS-I 70a und das ABS-II 70b versorgt. Der Abgabedruck der Pumpen 61a und 61b ist auf einen Druck voreingestellt, der erforderlich und ausreichend zum Ausführen der Schnellbremsung ist, wodurch eine ausreichende Bremskraft sogar durch einen Fahrer erhalten werden kann, der nur eine schwache Bremsdruckkraft ausüben kann, wie beispielsweise ein weiblicher oder älterer Fahrer.

In diesem Moment ist der Hydraulikdruck der Ölleitungen P1a und P1b niedriger als derjenige der Ölleitungen P5a und P5b. Nachdem das Bremspedal 21 jedoch weiter fest nach der Betätigung des Unterstützungssystems gedrückt wird, überwindet der Hydraulikdruck der Ölleitungen P1a und P1b den Abgabedruck der Pumpen 61a und 61b und wird höher als der Hydraulikdruck der Ölleitungen P5a und P5b, und Öl fließt zum ABS-I 70a und ABS-II 70b durch die Überprüfungsventile 66a und 66b.

Das ABS-I 70a und das ABS-II 70b werden, wenn eine vorbestimmte Bedingung erfaßt wird, mit einem vorbestimmten Antriebssignal von der ECU 40 zur Betätigung versorgt, was die Wirkung des Schnellbremsunterstützungssystems weiter steigern kann. Da die Funktionen des ABS-Systems bekannt sind, wird dieses nicht näher beschrieben.

In der Steuerung der obigen Ausführungsformen (erste und zweite Ausführungsform) werden der M/C-Druck PM und der maximale M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt_{max}$  in Kombination als Bestimmungskriterien verwendet, wobei diese Bestimmung jedoch auch lediglich durch den maximalen M/C-Druckgradienten  $d(PM)/dt_{max}$  erfolgen kann.

Der maximale M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt_{max}$  vom Bremshauptzylinder 50 wird hauptsächlich als Mittel zum Bestimmen einer Schnellbremsbedingung durch einen Fahrer verwendet, der eine schwache Bremsdruckkraft aufbringt. Ein ähnlicher Effekt kann erreicht werden, wenn zur Durchführung einer Bestimmung die maximale Druckkraft PB<sub>max</sub> (maximale Betätigungskraft) hauptsächlich verwendet wird, die auf der Bremspedaldruckkraft (Betätigungskraft) PB basiert, welche vom Druckkraftsensor 47 erfaßt wird. In diesem Fall wird beim Lesen der maximalen Druckkraft PB<sub>max</sub> wie im Fall des maximalen M/C-Druckgradienten  $d(PM)/dt_{max}$  ein Maximalwert der erfaßten Druckkraft PB bestimmt und als maximale Druckkraft PB<sub>max</sub> gespeichert. Wird die Ausführung der Steueroutine für das Schnellbremsunterstützungssystem wiederholt und ist die Druckkraft PB größer als jener Wert, wird die maximale Druckkraft PB<sub>max</sub> auf diesen Wert aktualisiert.

Ferner ist der Sensor zum Erfassen der Schnellbremsbedingung nicht auf einen Hydraulikdrucksensor, die Bremse SW und den Druckkraftsensor beschränkt, die in den obigen Ausführungsformen verwendet werden. Beispielsweise können ein Abtastlaserradar, der an dem vorderen Ende des Fahrzeugs befestigt ist, ein Radgeschwindigkeitssensor, ein Lenkwinkelsensor, der an der Lenkeinheit befestigt ist, und ähnliches verwendet werden.

Weiterhin können ABS-Systeme (ABS-I 70a und ABS-II 70b) für das Schnellbremsunterstützungssystem der ersten Ausführungsform verwendet werden, die ähnlich sind zu denjenigen der zweiten Ausführungsform,

wodurch die Bremsleistung ferner verbessert werden kann.

Als nächstes wird eine dritte Ausführungsform der Erfindung detailliert beschrieben.

Manchmal wird eine doppelte Bremsbetätigung ausgeführt, bei der der Fahrer das Bremspedal drückt, um das Fahrzeug zu verzögern, worauf das Bremspedal geringfügig zurückgenommen wird und daraufhin das Bremspedal wieder gedrückt wird, um das Fahrzeug anzuhalten. Die Bremsbetätigung und die Betätigung des Bremspedalschalters sind nicht vollständig miteinander in Reihe, und der Bremspedalschalter ist bei einem derartigen doppelten Bremsen kontinuierlich auf AN. Es kann daher ein Fall auftreten, bei dem das Bremsen begonnen wird, bevor ein Rücksetzen stattgefunden hat. Die dritte Ausführungsform erreicht die Bestimmung der Schnellbremsung unter Berücksichtigung einer derartigen doppelten Bremsbetätigung.

Fig. 10 ist eine schematische Darstellung, die den Aufbau der dritten Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug zeigt. Fig. 11 ist eine schematische Darstellung, die die Betätigung der Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug zeigt. Fig. 1 ist ein schematischer Querschnitt des Negativdruckbremsverstärkers, der bei der vorliegenden Ausführungsform der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug verwendet wird. Fig. 12 ist ein Flußdiagramm, das den Betrieb der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug zeigt. Fig. 13 ist eine graphische Darstellung, welche die Zeitdauer gegenüber dem Druckgradienten zeigt. Letztlich ist Fig. 14 eine graphische Darstellung, welche das Verhältnis des Drucks, des Druckgradienten und des Bremslampenschalters relativ zur verstrichenen Zeit zeigt. Einzelne Teile sind gleich zu denjenigen, die im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform beschrieben worden sind, so daß diese nicht detailliert beschrieben werden.

Bei der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug der vorliegenden Ausführungsform, bei der der Negativdruckbremsverstärker 1 verwendet wird, wie in Fig. 10 gezeigt, ist das Negativdruckeinführungsrohr 10 des Negativdruckbremsverstärkers 1 mit der Luftleitung A1 und mit der Negativdruckquelle verbunden (Innenseite des Ansaugkrümmers). Die Luftleitung A2 ist von der Luftleitung A1 abzweigend, und die Luftleitung A2 ist mit dem Auslaßventil 41 verbunden, das ein normalerweise geöffnetes elektromagnetisches Ventil ist. Ferner ist das Auslaßventil 41 mit der Luftleitung A3 verbunden, deren Ende mit dem Einlaßventil 42 verbunden ist, das ein normalerweise geschlossenes elektromagnetisches Ventil ist. Die Luftleitung A4 ist von der Luftleitung A3 abzweigend, und die Luftleitung A4 ist mit dem Lufteinlaßschlauch 20 des Negativdruckbremsverstärkers 1 verbunden.

Die Ölleitungen P1a und P1b gehen vom Tandem-Bremshauptzylinder 50 ab, der mit der Vorderseite des Negativbremsverstärkers 1 verbunden ist, und sind am Ende mit zwei (nicht gezeigten) Radzylindern verbunden (beispielsweise Bezugszeichen 71—74 der Fig. 15 oder 16, die später beschrieben werden). Auf halbem Weg sind Hydraulikdrucksensoren 45a und 45b als Druckerfassungseinrichtung mit den Ölleitungen P1a und P1b verbunden.

Das Bremspedal 21, das mit dem Eingangsdrücker 22 des Negativdruckbremsverstärkers 1 verbunden ist, ist mit der Bremse SW (Bremslampe SW und ähnliches) versehen, die als Betätigungserfassungseinrichtung angeordnet ist und die Betätigung des Bremspedals 21 erfassen kann, und mit dem Druckkraftsensor 47 als Betätigungskrafterfassungseinrichtung. Der Druckkraftsensor 47 verwendet beispielsweise einen Pressdrucksensor, wie beispielsweise einen variablen, schrittweise arbeitenden Pedalwiderstand oder ähnliches, der in der Nähe der Mitte der Oberfläche des Bremspedals 21 auf der Fahrerseite befestigt ist, um in bestimmter Weise gedrückt zu werden.

Auf der Eingangsseite der am Fahrzeug befestigten elektronischen Steuereinheit ECU 40 sind die Hydraulikdrucksensoren 45a und 45b, die Bremse SW und ähnliches angeschlossen. Weiter sind auf der Ausgangsseite Elektromagneteneinheiten des Auslaßventils 41 und das Einlaßventil 42 des Schnellbremsunterstützungssystems angeschlossen.

Als nächstes werden die Funktionen der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug der vorliegenden Ausführungsform mit obigem Aufbau beschrieben.

Wie in Fig. 12 gezeigt, werden in Schritt S100 Bestimmungsdaten in die Speichereinheit gelesen, um zu bestimmen, ob eine Schnellbremsung eine Bedingung darstellt, das System der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug zu betätigen (eine Bedingung, wenn ein eine schwache Druckkraft aufbringender Fahrer, beispielsweise ein weiblicher oder älterer Fahrer, eine Schnellbremsung durchführt). In diesem Fall werden nach einer Zeitdauer  $t$ , nachdem die Bremse SW 46 die Betätigung des Pedals feststellt, der M/C-Druck PM, der von den mit der Ausgangsseite des Bremshauptzylinders 50 verbundenen Hydraulikdrucksensoren 45a und 45b erfaßt wird, und der Wert des M/C-Druckgradienten  $d(PM)/dt$  gelesen. Diese Werte werden bei jeder Ausführungsperiode (beispielsweise 5 msec) der Routine gelesen.

Als nächstes geht das Verfahren zu Schritt S101 weiter, und nach dem Schritt S101 wird eine Bestimmung durchgeführt, ob eine Schnellbremsung durch einen Fahrer mit schwacher Druckkraft ausgeführt wird. Dies bedeutet, daß zuerst in Schritt S101 das Verfahren zu Schritt S102 weitergeht, falls die Bremslampe SW AN ist, was ein Bestimmungsmaterial darstellt, das in Schritt S100 gelesen wird, wo eine Bestimmung durchgeführt wird, ob der Hauptzylinder (M/C) Druckgradient  $d(PM)/dt$  größer ist als ein erster voreingestellter Druckgradient  $X_dPM_A$ . Wenn 3a, geht das Verfahren zu Schritt S103 weiter. In Schritt S103 wird ein Mittelwert  $PM_A$  des M/C-Drucks von 0,1 sec (erste vorbestimmte Zeit) von jenem Punkt gespeichert, und das Verfahren geht zu Schritt S104 weiter. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der erste voreingestellte Druckgradient  $X_dPM_A$  10 MPa/sec.

In Schritt S104 wird auf der Basis der graphischen Darstellung von Fig. 13 eine Bestimmung durchgeführt, ob der M/C-Druck PM nach 0,1 sec (zweite vorbestimmte Zeit) als  $t_2$  von derjenigen Zeit an (Fläche A), bei welcher der Hauptzylinder (M/C) Druckgradient  $d(PM)/dt$  größer ist als der erste voreingestellte Druckgradient  $X_dPM_A$  in Schritt S102, und geringer als die Summe des in Schritt S103 gespeicherten Werts  $PM_A$  und des voreingestellten Werts  $PM_k$ . Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der voreingestellte Wert  $PM_k$  2,5 MPa. In Schritt S104 geht das Verfahren zu Schritt S105 weiter (Zutreffen der ersten Bedingung), wenn der gelesene M/C-Druck

PM dahingehend bestimmt wird, daß er geringer als der gespeicherte Wert  $PM_S$  + der voreingestellte Wert  $PM_k$  ist.

In Schritt S105 wird eine Bestimmung durchgeführt, ob die Zeit, wenn der M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt$  0 oder negativ ist, innerhalb der voreingestellten Zeit  $t_0$  ist (50 msec in der vorliegenden Ausführungsform). Dies bedeutet gemäß Fig. 14, daß dann, wenn der Fahrer das Bremspedal zum Bremsen des Fahrzeugs drückt, die Bremslampe von AUS zu AN gedreht wird, der M/C-Druck  $PM$  des Hauptzylinders graduell ansteigt und der M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt$  sich erhöht. Zur Zeit  $t_a$  übersteigt der M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt$  den ersten voreingestellten Druckgradienten  $XdPM_A = 10 \text{ MPa/s}$ , und zur Zeit  $t_b$  erreicht er den maximalen Wert  $d(PM)/dt_{max}$ . Drückt der Fahrer weiter auf das Bremspedal und hält dieses, ist der M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt$  0 MPa/sec zur Zeit  $t_c$ . Hiernach sinkt, wenn der Fahrer das Bremspedal losläßt, der M/C-Druck  $PM$  ab, und der M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt$  fällt auch auf einen negativen Wert. Zur Zeit  $t_d$  ist der M/C-Druck  $PM$  0 MPa, und der M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt$  ist 0 MPa/s. In diesem Augenblick bleibt, wenn der Fahrer das Bremspedal nicht vollständig losläßt und wieder drückt, die Bremslampe auf EIN, und der M/C-Druck  $PM$  und der M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt$  erhöht sich.

Bei einer derartigen Betätigungsbedingung verstreicht in Schritt S105 die Zeit  $(t_c - t_d)$ , und wenn der M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt$  0 ist oder negativ und falls die Zeitdauer innerhalb einer vorgestellten Zeit  $t_4 = 50 \text{ msec}$  liegt, geht das Verfahren zu Schritt S106 weiter, und falls nicht, wird es zurückgesetzt. Bei der oben beschriebenen doppelten Bremsbetätigung wird daher ein falscher Betrieb der Steuerung durch Zurücksetzen der einzelnen Erfassungswerte verhindert.

In Schritt S106 wird eine Bestimmung durchgeführt, ob der M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt$  größer ist als ein voreingestellter Druckgradient  $XdPM_B$ , und ob die Zeitdauer  $t$  größer ist als eine dritte vorbestimmte Zeit  $t_2$ . Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der zweite voreingestellte Druckgradient  $XdPM_B$  30 MPa/s und die Zeitdauer  $Xt$  100 msec. In Schritt S106 geht das Verfahren zu Schritt S107 weiter (zutreffende zweite Bedingung), falls der M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt$  größer ist als 30 MPa/sec und die Zeitdauer  $t$  größer ist als 100 msec.

In Schritt S107 wird hinsichtlich der Fehlersicherheit eine Bestimmung durchgeführt, ob der M/C-Druck  $PM$  höher ist als ein erster Referenzwert  $PM_{S1}$  (in der vorliegenden Ausführungsform  $PM_{S1} = 1,6 \text{ MPa}$ ). Wenn ja, wird bestimmt, daß eine Schnellbremsung vorliegt, und das Verfahren geht zu Schritt S108 weiter, wo das System der Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug betätigt wird.

Im Flußdiagramm des Fahrzeugbremsvorrichtungssystems der vorliegenden Ausführungsform beruhen die Werte des ersten Referenzwerts  $PM_{S1}$ , der erste voreingestellte Druckgradient  $XdPM_A$ , der zweite voreingestellte Druckgradient  $XdPM_B$ , der voreingestellte Wert  $PM_k$ , und die ersten bis vierten voreingestellten Zeiten  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  und  $t_4$  auf experimentellen Daten von einem Fahrer, der eine schwache Druckkraft ausübt, wie beispielsweise ein weiblicher oder älterer Fahrer, bei dem der Bremshydraulikdruck nicht schnell ansteigt, auch wenn die Bremsbetätigung gestartet wird, wobei jedoch nach dem Vergehen einer vorbestimmten Zeit  $Xt$  der Bremsdruck so schnell ansteigt, daß dies als Schnellbremsung angesehen werden kann. Diese Schwellwerte werden nach Zustand des Gegenstands verändert.

Ist das Bestimmungsergebnis in den Schritten S101 bis S107 nein, wie in Fig. 10 gezeigt, ist das Einlaßventil 42 ZU, und das Schnellbremsunterstützungssystem ist im Nichtbetriebszustand, d. h. die Betätigungsbedingung des gewöhnlichen Negativdruckbremsverstärkers, und das Luftventil 13b ist geöffnet. In diesem Moment strömt Luft, da das Einlaßventil 42 schon geöffnet ist, durch Öffnen des Luftventils 13b von der hinteren Luftkammer 15 zur vorderen Luftkammer 2b und zur hinteren Luftkammer 3b (siehe Pfeil). Durch die Druckdifferenz zwischen den Luftkammern 2b und 3b und der vorderen Negativdruckkammer 2a und der hinteren Negativdruckkammer 3a werden der vordere Kolben 4 und der hintere Kolben 5 zur Seite der Negativdruckkammern 2a und 3a hin gedrückt, und die Bremskraft wird normal unterstützt.

Wird das Bremspedal 21 nicht betätigt, oder unmittelbar nach Betätigen des Bremspedals 21, werden die Luftkammern 2b und 3b, da das Negativdruckventil 13a in der oben gezeigten Weise geöffnet und das Luftventil 13b geschlossen ist, auf demselben Druck wie die Negativdruckkammern 2a und 3a gehalten, wobei keine Druckdifferenz vorhanden ist. Ferner werden der vordere Kolben 4 und der hintere Kolben 5 durch die Ventilrückkehrfeder 34 zur Rückzugsgrenze zurückgezogen.

Sind andererseits alle Bestimmungsergebnisse bei der Bestimmung in den Schritten S101 bis S107 ja, und ist das Schnellbremsunterstützungssystem in Betrieb, wie in Fig. 11 gezeigt, wird das Einlaßventil 42 in die Öffnungsstellung gedrängt, Luft fließt verstärkt durch den Lufteinlaßschlauch 20 und den Schlauch 18 zur vorderen Luftkammer 2b und weiter durch den Schlauch 19 zur Luftkammer 3b (siehe Pfeil). Dies erzeugt schnell eine Druckdifferenz zwischen der vorderen Negativdruckkammer 2a und der vorderen Luftkammer 2b und zwischen der hinteren Negativdruckkammer 3a und der hinteren Luftkammer 3b, und der vordere Kolben 4 und der hintere Kolben 5 werden beide zur Negativdruckseite hin gedrängt, d. h. zur vorderen Seite, um ein Bremsen auszuführen, wodurch die Bremskraft verstärkt unterstützt wird. In diesem Augenblick strömt Luft, wenn das Luftventil 13b geöffnet ist, ebenso von der Luftkammer 15 (siehe Pfeil), und die Bremskraft wird noch weiter unterstützt.

Es ist möglich, daß das Auslaßventil 41 zur selben Zeit geöffnet ist, zu der das Einlaßventil 42 geöffnet ist, um einen Teil der vom Einlaßventil 42 einströmenden Luft abfließen zu lassen, wodurch die Druckeinwirkung auf die Luftkammern 2b und 3b eingestellt wird. Die verstärkte Zuführung von Luft wird als Schnellbremsung bestimmt, unmittelbar nachdem das Bremspedal gedrückt wird, d. h. während das Negativdruckventil 13a geöffnet ist. Da ferner die Luftkammern 2b und 3b mit der Negativdruckseite über das Negativdruckventil 13a kommunizieren, wenn das Luftventil 42 geöffnet ist, ist der auf die Luftkammern 2b und 3b einwirkende Druck geringer als der Atmosphärendruck. Bei einer Schnellbremsbedingung wird jedoch, da die Zeit beim Negativdruckventil 13a sehr kurz ist, das Negativdruckventil 13a momentan geschlossen, die Verbindung der Luftkammern 2b und 3b mit der

Negativdruckseite wird abgesperrt und die Unterstützung der Bremskraft wird zufriedenstellend durchgeführt.

Wie oben beschrieben, wird Luft, da das Einlaßventil 42 geöffnet ist, verstärkt zu den Luftkammern 2b und 3b geleitet und eine ausreichende Bremskraft kann sogar dann erhalten werden, wenn ein schwache Bremskraft aufbringender Fahrer, wie ein weiblicher oder älterer Fahrer, eine Schnellbremsung durchführt. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der auf die Luftkammern 2b und 3b einwirkende Druck der Atmosphärendruck. Alternativ kann das Einlaßventil 42 jedoch mit einem Luftkompressor oder ähnliches verbunden sein, so daß ein Druck auf die Luftkammern 2b und 3b aufgebracht wird, der höher ist als der Atmosphärendruck, wenn das Einlaßventil 42 geöffnet ist, um die Unterstützung der Bremskraft weiter zu erhöhen.

Bei der vorliegenden Ausführungsform wird als Verstärker der Negativdruckbremsverstärker verwendet, der einen Negativdruck auf die Negativdruckkammern 2a und 2b und den Atmosphärendruck (positiven Druck) auf die Luftkammern 2b und 3b ausübt. Alternativ kann jedoch auch ein Positivdruckbremsverstärker verwendet werden, bei dem die Negativdruckkammern 2a und 2b des Negativdruckbremsverstärkers 1 den Luftkammern entsprechen, und die Luftkammern 2b und 3b den Positivdruckkammern entsprechen, und wenn eine Schnellbremsbedingung erfaßt wird, ein Positivdruck aufgebracht wird, der höher als beim normalen Bremsen ist, um die Bremskraft zu unterstützen.

Als nächstes wird als vierte Ausführungsform ein Fall beschrieben, bei dem die obige Steuerung für das Schnellbremsunterstützungssystem auf ein anderes Schnellbremsunterstützungssystem (Bremshydraulikdrucksystem) angewendet wird. Fig. 15 ist eine schematische Darstellung, welche den Aufbau der vorliegenden Ausführungsform der erfindungsgemäßen Fahrzeugbremsvorrichtung zeigt. Ferner ist Fig. 16 eine schematische Darstellung, welche die Betätigungsbedingung der Fahrzeugbremsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform zeigt.

Wie in Fig. 15 gezeigt, sind die Ausgangsöffnungen, die an zwei Stellen in dem im vorderen Teil des gewöhnlichen Negativdruckbremsverstärkers 1 vorgesehenen Tandem-Bremshauptzylinder angeordnet sind, einzeln mit den Ölleitungen P1a und P1b verbunden. Hydraulikdrucksensoren 45a und 45b sind in den Ölleitungen P1a und P1b angeordnet.

Die Ölleitungen P1a und P1b sind jeweils verzweigt; die Ölleitung P1a ist in die Ölleitungen P2a, P3a und P4a unterteilt, und die Ölleitung P1b ist in die Ölleitungen P2b, P3b und P4b unterteilt. Die Ölleitungen P2a und P2b sind mit Veränderungsventilen 63a und 63b versehen, die aus normalerweise geöffneten elektromagnetischen Ventilen bestehen. Ferner sind die Ölleitungen P3a und P3b mit Druckventilen 65a und 65b versehen, die Hydraulikdruck der Ölleitungen P2a und P2b als Pilotdruck freigeben. Ölleitungen P4a und P4b sind mit Überprüfungsventilen 66a und 66b versehen.

Die Ölleitungen P2a, P3a und P4a und die Ölleitungen P2b, P3b und P4b sind mit Ölleitungen P5a und P5b und mit einzelnen Radzylindern 71—74 über ABS-I 70a und ABS-II 70b verbunden, die Ventileinheiten darstellen, welche die einzelnen ABS-Systeme bilden. Das ABS-I 70a ist mit dem Radzylinder FL 71 und dem Radzylinder RR 72 verbunden und das ABS-II 70b ist mit dem Radzylinder FR 73 und dem Radzylinder RL 74 verbunden. Das ABS-I 70a und das ABS-II 70b, die Ventileinheiten darstellen, welche die ABS-Systeme bilden, sind bekannte Systeme und werden nicht näher beschrieben.

Andererseits sind im Tandem-Bremshauptzylinder 50 vorgesehene Ölreservoirzylinder 51a und 51b mit einem Reservetank 52 über die Ölleitung P6 verbunden, und der Reservetank 52 ist mit Ölleitungen P7a und P7b verbunden. Die Ölleitungen P7a und P7b sind mit Pumpen 61a und 61b versehen, die von einem Antriebsmotor 60 betätigt werden, und Überprüfungsventile 62a und 62b sind stromabwärts angeordnet. Die Ölleitungen P7a und P7b sind mit den Ölleitungen P5a und P5b stromabwärts der Überprüfungsventile 62a und 62b verbunden.

Wie bei der dritten Ausführungsform beschrieben, sind an der Eingangsseite der ECU 40 zusätzlich zu den hydraulischen Drucksensoren 45a und 45b und zur Bremse SW 46 Sensoren angeschlossen, die für die Betätigung des ABS-I 70a und des ABS-II 70b erforderlich sind. Ferner sind an der Ausgangsseite zusätzlich zu den Elektromagneteneinheiten der Veränderungsventile 63a und 63b des Schnellbremsunterstützungssystems Elektromagneteneinheiten der einzelnen (nicht gezeigten) Elektromagnetventile des ABS-I 70a und des ABS-II 70b angeschlossen.

Als nächstes werden die Funktionen des Schnellbremsunterstützungssystems der Fahrzeugbremsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform mit der obigen Ausbildung beschrieben. Auch bei der vorliegenden Ausführungsform führt das Schnellbremsunterstützungssystem die Routine von Fig. 12 aus, die bei der dritten Ausführungsform beschrieben wurde. Schritt S108 wird jedoch durch einen Schritt ersetzt, bei dem die Veränderungsventile 63a und 63b und der Motor 60 AN sind und die Veränderungsventile 63a und 63b und der Motor 60 AUS sind.

Die Steuerungsroutine für das Schnellbremsunterstützungssystem wird durch die Bestimmungen in den Schritten S101 bis S107 ausgeführt, wenn ein Normalbremsen bestimmt wird, bei dem das Bremspedal 21 nicht betätigt und kein Bremsen durchgeführt wird, oder wenn eine Normalbremsung bestimmt wird, bei der das System nicht zur Zeit des Bremsbeginns betätigt wird, wobei in Schritt S108 die Veränderungsventile 63a und 63b und der Motor 60 AUS sind und das Schnellbremsunterstützungssystem nicht betätigt wird.

Wie im Nichtbetriebszustand in Fig. 15 gezeigt, werden in diesem Fall die Veränderungsventile 63a und 63b nicht mit dem Antriebssignal von der ECU 40 versorgt, und beide sind geöffnet, wobei Hydraulikdruck von der Ausgangsöffnung des Bremshauptzylinders 50 zu den einzelnen Radzylindern 71, 72, 73 und 74 über das ABS-I 70a und ABS-II 70b geleitet wird. Ferner werden die Pumpen 61a und 61b nicht betätigt, da der Motor 60 nicht mit dem Antriebssignal versorgt wird.

Strömt Öl durch die geöffneten Veränderungsventile 63a und 63b, und erreicht der Hydraulikdruck in den Ölleitungen P2a und P2b den vorbestimmten Pilotdruck, sind in diesem Fall die Druckventile 65a und 65b geöffnet, die Ölleitungen P3a und P3b werden als Ölleitungen zusammen mit den Ölleitungen P2a und P2b verwendet, um die Strömungsrate zu erhöhen, und die Bremskraft wird weiter erhöht. Durch die Funktion der

Überprüfungsventile 62a und 62b fließt kein Hochdrucköl der Ölleitungen P5a und P5b, das vom Bremshauptzylinder 50 zugeführt wird, zum Reservetank 52 zurück.

Wird andererseits durch die Bestimmungen in den Schritten S101 bis S107 der Steueroutine für das Schnellbremsunterstützungssystem bestimmt, daß eine Bremskraftunterstützung notwendig ist, sind in Schritt S108 die Veränderungsventile 63a und 63b und der Motor 60 AN, um die Betätigung des Schnellbremsunterstützungssystems zu starten.

Wie in Fig. 16 im Betriebszustand gezeigt, werden in diesem Fall die Veränderungsventile 63a und 63b mit dem Antriebssignal versorgt und geöffnet, der Motor 60 betätigt die Pumpen 61a und 61b, und die einzelnen Radzylinder 71, 72, 73 und 74 werden mit dem Abgabedruck der Pumpen 61a und 61b über das ABS-I 70a und das ABS-II 70b versorgt. Der Abgabedruck der Pumpen 61a und 61b ist auf einen Druck voreingestellt, der erforderlich und ausreichend zum Ausführen der Schnellbremsung ist, wodurch eine ausreichende Bremskraft auch durch einen schwachen Bremsdruckkraft aufbringenden Fahrer, beispielsweise einem weiblichen oder älteren Fahrer, erhalten wird.

In diesem Augenblick ist der Hydraulikdruck der Ölleitungen P1a und P1b niedriger als derjenige der Ölleitungen P5a und P5b. Wird jedoch das Bremspedal 21 weiter fest nach der Betätigung des Unterstützungssystems gedrückt, überwindet der Hydraulikdruck der Ölleitungen P1a und P1b den Abgabedruck der Pumpen 61a und 61b. Er wird höher als der Hydraulikdruck der Ölleitungen P5a und P5b, und Öl fließt zum ABS-I 70a und ABS-II 70b durch die Überprüfungsventile 66a und 66b.

Das ABS-I 70a und das ABS-II 70b werden, wenn ein vorbestimmter Zustand erfaßt wird, mit einem vorbestimmten Betätigungs-Antriebssignal von der ECU 40 versorgt, das die Wirkung des Schnellbremsunterstützungssystems weiter erhöhen kann. Da die Funktionen des ABS-Systems jedoch bekannt sind, werden diese nicht näher beschrieben.

Weiterhin ist der Sensor zum Erfassen der Schnellbremsbedingung nicht auf den Hydraulikdrucksensor, Bremse SW, beschränkt. In den obigen Ausführungsformen kann beispielsweise ein Druckkraftsensor verwendet werden. Ferner können ein Abtastlaserradar, das am vorderen Ende des Fahrzeugs befestigt ist, ein Radgeschwindigkeitssensor, ein Lenkwinkelsensor, der an der Lenkeinheit befestigt ist, und ähnliches verwendet werden. Ferner können ABS-Systeme (ABS-I 70a und ABS-II 70b) beim Bremskraftunterstützungssystem der dritten Ausführungsform verwendet werden, die ähnlich sind zu denjenigen, die in der vierten Ausführungsform verwendet werden, wodurch die Bremsleistung weiter verbessert werden kann.

Bei den vorstehend beschriebenen einzelnen Ausführungsformen wird die Unterscheidung zwischen der Normalbremsung und der Schnellbremsung durch Vergleich des maximalen M/C-Druckgradienten  $d(PM)/dt_{max}$  mit dem Referenzwert  $X_{dPM}$  (300 kgf/cm<sup>2</sup>/sec), oder durch Vergleich des M/C-Druckgradienten  $d(PM)/dt$  mit dem zweiten voreingestellten Druckgradienten  $X_{dPM_B}$  (30 MPa/sec) durchgeführt. Diese spezifizierten Werte  $X_{dPM}$  und der zweite voreingestellte Druckgradient  $X_{dPM_B}$  sind feste Werte, die auf experimentellen Daten basieren. Diese können jedoch gemäß der Betätigungsbedingung des Fahrzeugs verändert werden.

Wird beispielsweise, wie in Fig. 35 gezeigt, eine Notbremsung bestimmt, wenn die Zeitdauer von Beginn des Drückens der Bremse bis zum maximalen Gradienten des Hauptzylinders länger ist als 100 msec und der maximale M/C-Druckgradient des Hauptzylinders geringer ist als 30 MPa/sec, und wird die Bremsbetätigungskraft unterstützt, kann ein älterer Fahrer mit einem maximalen Gradienten von 10 bis 30 MPa/sec übergangen werden. Falls die untere Grenze des maximalen Druckgradienten auf 10 MPa/sec eingestellt wird, kann ein sportliches Fahren oder ein hartes Fahren umfaßt werden. Diejenigen, die keine Unterstützung der Bremsbetätigungskraft benötigen, können umfaßt sein.

Eine fünfte Ausführungsform wird mit einer derartigen Betätigungsbedingung behandelt, die sich in Abhängigkeit der Absicht des Fahrers ändert.

Fig. 17 ist ein Flußdiagramm, das die Betätigung der fünften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Fahrzeugbremsvorrichtung zeigt. Fig. 18 ist eine graphische Darstellung, die das Verhältnis zwischen dem zweiten voreingestellten Druckgradienten des M/C-Druckgradienten und der "Schnelligkeit" als ein Maß zeigt, das die Betätigungstendenz des Fahrers zeigt. Fig. 19 ist eine schematische Darstellung, welche den Straßenzustandserfassungsvorgang beim Schätzverfahren der Fahrzeugbetätigungsbedingung zeigt, das bei der Fahrzeugbremsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird. Fig. 20 ist eine schematische Darstellung, die den Betätigungsbedingungserfassungsvorgang zeigt. Fig. 21 ist ein Blockdiagramm, das einen Controller und Sensoren zum Ausführen des Schätzverfahrens der Fahrzeugbetätigungsbedingung zeigt. Fig. 22 ist ein Flußdiagramm der Berechnungsroutine für das Laufzeitverhältnis, die vom Controller ausgeführt wird. Fig. 23 ist ein Flußdiagramm, das die Berechnungsroutine für die Durchschnittsgeschwindigkeit zeigt, die vom Controller ausgeführt wird. Fig. 24 ist ein Flußdiagramm der Berechnungsroutine für die mittlere Seitenbeschleunigung, die vom Controller ausgeführt wird. Fig. 25 ist eine graphische Darstellung, die die Mitgliedsfunktion zeigt, welche die mehrwertige Menge bestimmt, die sich auf das Laufzeitverhältnis bezieht. Fig. 26 ist eine graphische Darstellung, welche die Mitgliedsfunktion zeigt, welche die mehrwertige Menge bestimmt, die sich auf die Durchschnittsgeschwindigkeit bezieht. Fig. 27 ist eine graphische Darstellung, die ein Berechnungsbeispiel der Anpassung des tatsächlichen Laufzeitverhältnisses an die mehrwertige Menge des Laufzeitverhältnisses zeigt. Fig. 28 ist eine graphische Darstellung, die ein Berechnungsbeispiel der Anpassung der tatsächlichen Durchschnittsgeschwindigkeit zur mehrwertigen Menge der Durchschnittsgeschwindigkeit zeigt. Fig. 29 ist eine graphische Darstellung, die Beispiele einer Karte für die Beziehung der durchschnittlichen Seitenbeschleunigung zum Bergstraßenmaß zeigt. Fig. 30 ist ein Flußdiagramm der Häufigkeitsanalyseroutine, die vom Controller ausgeführt wird. Fig. 31 ist eine graphische Darstellung, welche die Anordnung zeigt, die die Grundgesamtheit der Eingangsdaten als Gegenstand der Häufigkeitsanalyse bildet. Fig. 32 ist eine schematische Darstellung, die das Prozelelement zeigt, welches das neurale Netzwerk bildet. Fig. 33 ist eine schematische Darstellung, die das neurale Netzwerk zeigt, welches vom Prozelelement gebildet wird. Fig. 34 ist ein Flußdiagramm, das die

Berechnungsroutine für die "Schnelligkeit" zeigt, die vom Controller ausgeführt wird.

Zunächst wird das Schätzverfahren der Fahrzeugbetätigungsbedingung beschrieben, das bei der Fahrzeugbremsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird. Bei dem Schätzverfahren der vorliegenden Ausführungsform wird die Fahrzeugbetätigungsbedingung des Fahrers auf der Basis der Verkehrsbedingung und physikalischer Werte geschätzt, welche die Fahrzeugbetätigungsbedingung repräsentieren, die gemäß 5

Wie in Fig. 19 gezeigt, werden die Durchschnittsgeschwindigkeit, das Fahrzeitverhältnis (Verhältnis der Fahrzeit zur Gesamtzeit einschließlich der Fahrzeugfahrzeit und der laufenden Haltezeit) und die durchschnittliche Seitenbeschleunigung als Fahrzeugfahrbedingungsparameter aus der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkradwinkel bestimmt. Das Stadtentwicklungsausmaß, das Verkehrsverstopfungsausmaß und das Bergstraßenausmaß werden als die Verkehrsbedingungen repräsentierende Parameter gemäß einer mehrwertigen Logik (fuzzy logic) erfaßt, die auf diesen Fahrzeugfahrbedingungsparametern basiert. 10

Andererseits werden, wie in Fig. 20 gezeigt, physikalische Werte erfaßt, welche die Fahrzeugbetätigungsbedingung repräsentieren, wie beispielsweise die Beschleunigeröffnung, die Fahrzeuggeschwindigkeit und der Lenkradwinkel. Die längsgerichtete Beschleunigung wird aus der Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt, und die Seitenbeschleunigung wird aus der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkradwinkel bestimmt. Mittels einer Häufigkeitsanalyse werden Häufigkeitsverteilungen der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Beschleunigeröffnung, der längsgerichteten Beschleunigung und der Seitenbeschleunigung als Fahrzeugbetätigungsparameter bestimmt. Anschließend werden Mittelwerte und Varianzen der einzelnen Häufigkeitsverteilungen als Parameter bestimmt, welche die Häufigkeitsverteilungen charakterisieren. 15

Ferner werden Parameter in das neurale Netzwerk eingegeben, welche die Verkehrsbedingung (Stadtentwicklungsausmaß, Verkehrsverstopfungsausmaß und Bergstraßenausmaß) repräsentieren, sowie Parameter, welche die Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Fahrzeugbetätigungsparameter charakterisieren. Im neuronalen Netzwerk wird eine gewichtete Summe dieser Parameter bestimmt. Hierdurch werden Ausgangsparameter bestimmt, welche die Fahrzeugbetätigungsbedingung des Fahrers repräsentieren, beispielsweise die "Schnelligkeit" der Fahrzeugbetätigung des Fahrers. 20

Das Fahrzeug, bei dem das Schätzverfahren der vorliegenden Ausführungsform angewendet wird, weist einen Controller 80 auf, wie in Fig. 21 gezeigt. Der Controller 80 weist einen Prozessor auf, der mit der Mehrwertlogikfunktion und der neuronalen Netzwerkfunktion versehen ist, einem Speicher und einem Eingangs-/Ausgangsschaltkreis. Der Speicher speichert zahlreiche Steuerprogramme und verschiedene Daten. Der Controller 80 ist mit einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 81 verbunden, einem Lenkradwinkelsensor 82 und einem Drosselöffnungsensensor 83. Der Prozessor des Controllers 80 wird mit dem Fahrzeuggeschwindigkeitssignal gespeist, dem Lenkradwinkelsignal und dem Drosselöffnungssignal von den Sensoren 81, 82 und 83, um sukzessive einzelne Routinen auszuführen, die später beschrieben werden, wodurch die "Schnelligkeit" des Fahrers geschätzt wird. 25

#### Berechnungsroutine für das Fahrzeitverhältnis

Ist das Fahrzeug in einer Fahrbedingung (welche die Fahrbedingung und die Fahrhaltebedingung einschließt), nachdem der Motor den Betrieb aufnimmt, führt der Prozessor des Controllers 80 beispielsweise wiederholt die in Fig. 22 gezeigte Berechnungsroutine für das Fahrzeitverhältnis in einer beispielsweise 2-sec-Periode aus. In den einzelnen Berechnungsroutineausführungszyklen gibt der Prozessor ein Fahrzeuggeschwindigkeitssignal Vel vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 81 ein, welches die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentiert, und bestimmt, ob Vel größer als eine vorbestimmte Fahrzeuggeschwindigkeit (beispielsweise 10 km/h). Ist das Bestimmungsergebnis ja, wird "1" zum Zählwert rtime eines eingebauten Fahrzeitzählers (nicht gezeigt) hinzugefügt (Schritt S301). Ist das Bestimmungsergebnis in Schritt S301 nein, wird "1" zum Zählwert stime eines (nicht gezeigten) Fahrstopppzeitzählers hinzugefügt (Schritt S303). 40

In Schritt S304, der den Schritten 5302 oder 5303 folgt, wird eine Bestimmung durchgeführt, ob die Summe des Laufzeitzählwertes rtime und des Fahrstopppzeitzählerwertes stime gleich 200 ist. Ist das Bestimmungsergebnis nein, wird der Wert des Fahrzeitzählerwertes rtime durch die Summe von rtime und dem Fahrstopppzeitzählerwert stime dividiert und mit 100 multipliziert, um das Fahrzeitverhältnis Verhältnis (%) zu berechnen (Schritt S305). 45

Ist andererseits das Bestimmungsergebnis in Schritt S304 ja, wird ein Wert, der gleich ist dem Produkt aus Fahrzeitzählerwert rtime und einem Wert "0,95", zum Fahrzeitzähler zurückgesetzt, und ein Wert, der gleich ist dem Produkt aus Fahrstopppzeitzählerwert stime und einem Wert "0,95", wird zum Fahrstopppzeitzähler zurückgesetzt (Schritt S306). Als nächstes wird das Fahrzeitverhältnis Verhältnis in Schritt S305 berechnet. 50

Dies bedeutet, daß zu derjenigen Zeit, bei der das Fahrzeug über 400 Sekunden gefahren wird, was dem Wert "200" nach der Inbetriebnahme des Motors entspricht, beide Zählerwerte zurückgesetzt werden. Ferner werden danach die Zählerwerte jede 10 Sekunden zurückgesetzt. Mit dieser Anordnung kann sogar dann, wenn Zähler mit einer relativ kleinen Kapazität verwendet werden, das Fahrzeitverhältnis, das die Fahrzeugfahrbedingung reflektiert, vor der voreingestellten Zeit berechnet werden. 55

#### Berechnungsroutine für die Durchschnittsgeschwindigkeit

Die Berechnungsroutine für die Durchschnittsgeschwindigkeit, die in Fig. 23 gezeigt ist, wird wiederholt in einer beispielsweise 2-sec-Periode durch den Prozessor des Controllers 80 ausgeführt. In den einzelnen Routineausführungszyklen liest der Prozessor Fahrzeuggeschwindigkeitsdaten vx vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 81 und fügt die Fahrzeuggeschwindigkeit vx zu einem gespeicherten Wert vxsum [i] ( $i = 1-5$ ) von fünf 60

integrierten Geschwindigkeitsregistern hinzu, welche im Controller 80 vorgesehen sind (Schritt S311). Der Prozessor bestimmt, ob der Wert eines Merkers f1m "1" ist, welcher eine Durchschnittsgeschwindigkeitsberechnungszeit repräsentiert (Schritt S312). Der Merker f1m wird derart gesetzt, daß er einen Wert "1" in einer 1-min-Periode hat. Ist das Bestimmungsergebnis in Schritt S312 nein, ist das Verfahren des laufenden Zyklus beendet.

Ist das Bestimmungsergebnis in Schritt S312 ja nach 1 Minute von Beginn der Routine, wird ein Wert "1" zu einem Index jj hinzugefügt, um den Index jj zu aktualisieren, der integrierte Registerwert vxsum[jj] wird durch 150 geteilt, um die Durchschnittsgeschwindigkeit vxave zu berechnen, und der Registerwert vxsum[jj] wird auf 0 zurückgesetzt (Schritt S313). Es wird eine Bestimmung durchgeführt, ob der aktualisierte Index jj "5" ist (Schritt S314), und falls das Bestimmungsergebnis nein ist, ist das Verfahren im laufenden Zyklus beendet.

Danach wird der Index jj jede 1 Minute aktualisiert, und die Durchschnittsgeschwindigkeit vxave wird aus dem integrierten Geschwindigkeitsregisterwert vxsum[jj] bestimmt, der dem aktualisierten Index jj entspricht. Weiterhin wird jedesmal nach Verstreichen von 5 Minuten der Index jj auf 0 zurückgesetzt (Schritt S315). Wie oben beschrieben, wird die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit vx zu den fünf integrierten Geschwindigkeitsregisterwerten vxsum[jj] jede 2 Sekunden hinzugefügt, und die Durchschnittsgeschwindigkeit vxave wird jede 1 Minute gemäß den gespeicherten Werten vxsum berechnet, welche die gesamte Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentieren, die über 150 Male (5 Minuten) von einem entsprechenden der fünf integrierten Geschwindigkeitsregister erfaßt wurde.

#### Berechnungsroutine für die durchschnittliche Seitenbeschleunigung

Der Prozessor des Controllers 80 führt wiederholt die in Fig. 24 gezeigte Berechnungsroutine für die durchschnittliche Seitenbeschleunigung in einer beispielsweise 2-sec-Periode aus. In den einzelnen Routineausführungszyklen liest der Prozessor des Controllers 80 das Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 81, welches die Fahrzeuggeschwindigkeit vx repräsentiert, und das Ausgangssignal des Lenkradwinkelsensors 82, welches den Lenkradwinkel steera repräsentiert, und bestimmt unter Bezugnahme auf eine (nicht gezeigte) Karte einen vorbestimmten Lenkradwinkel gygain, der als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit vx für eine gegebene Seitenbeschleunigung von 1 (G) gemäß der Fahrzeuggeschwindigkeit vx dargestellt ist. Der Prozessor dividiert an den Lenkradwinkel steera durch den vorbestimmten Lenkradwinkel gygain, um eine Seitenbeschleunigung gy zu berechnen, und fügt die Seitenbeschleunigung gy zu den einzelnen gespeicherten Werten gysum[i] ( $i = 1-5$ ) der fünf integrierten Seitenbeschleunigungsregister hinzu, die im Controller 80 vorgesehen sind (Schritt S321). Der Prozessor bestimmt dann, ob der Wert des Merkers f8s "1" ist, der den Zeitverlauf für die Berechnung der durchschnittlichen Seitenbeschleunigung repräsentiert (Schritt S322). Der Merker f8s wird auf einen Wert "1" in einer 8-sec-Periode gesetzt. Ist das Bestimmungsergebnis in Schritt S322 nein, ist das Verfahren im laufenden Zyklus beendet.

Ist das Bestimmungsergebnis in Schritt S322 ja, nachdem eine 8-sec-Zeitdauer von Beginn der Routine ab verstrichen ist, wird ein Wert "1" zum Index jj hinzugefügt, um den Index jj zu aktualisieren, ein integrierter Registerwert für die Seitenbeschleunigung gysum[jj], der dem aktualisierten Index jj entspricht, wird durch "20" dividiert, um eine durchschnittliche Seitenbeschleunigung gyave zu berechnen, und der Registerwert gysum[jj] wird auf 0 zurückgesetzt (Schritt S323). Eine Bestimmung wird durchgeführt, ob der aktualisierte Index jj "5" ist (Schritt S324). Ist das Bestimmungsergebnis nein, ist das Verfahren im laufenden Zyklus beendet.

Danach wird der Index jj nach jeden 8 Sekunden aktualisiert, und die durchschnittliche Seitenbeschleunigung wird aus dem integrierten Seitenbeschleunigungsregisterwert gysum[jj] entsprechend dem aktualisierten Index jj bestimmt. Der Index jj wird auf "0" jede 40 Sekunden zurückgesetzt (Schritt S325). Wie oben beschrieben, wird die berechnete Seitenbeschleunigung gy jede 2 Sekunden zu den einzelnen fünf integrierten Seitenbeschleunigungsregisterwerten gysum[jj] hinzugefügt, und die durchschnittliche Seitenbeschleunigung gyave wird jede 8 Sekunden gemäß dem gespeicherten Wert gysum[jj] berechnet, der die gesamte Seitenbeschleunigung repräsentiert, die über 20 Male (40 Sekunden) von einem der fünf integrierten Seitenbeschleunigungsregister berechnet wird.

#### Berechnungsroutine für das Stadtentwicklungsausmaß, Verkehrsverstopfungsausmaß und Bergstraßenausmaß

Bei der vorliegenden Ausführungsform werden ein Stadtentwicklungsausmaß, ein Verkehrsverstopfungsausmaß und ein Bergstraßenausmaß bestimmt, in dem ein Stadtstraßenfahrmodus, ein Verstopfungsstraßenfahrmodus und ein Bergstraßenfahrmodus als Fahrzeugfahrmodi verwendet werden, welche sich auf die Schätzung der Fahrzeugbetätigungsbedingung des Fahrers beziehen.

Das Stadtentwicklungsausmaß und das Verkehrsverstopfungsausmaß werden in Übereinstimmung mit einer mehrwertigen Logikregel bestimmt. Gemäß der Vorschrift der mehrwertigen Logik werden eine Mitgliedsfunktion (Fig. 25 und 26), welche eine mehrwertige Untermenge in einem Gesamttraum (Supportmenge), basierend auf dem Fahrzeitverhältnis und der Durchschnittsgeschwindigkeit, repräsentiert, und neun mehrwertige Logikregeln, die in der darunterstehenden Tafel gezeigt sind, vorher eingestellt und in einem Speicher des Controllers 15 gespeichert.

Tabelle 1

Nr.	Fahrzeit- verhältnis	Durchschnitts- geschwindigkeit	Stadtentwick- lungsausmaß (rcity)	Verkehrs- verstopfungs- ausmaß (rijam)
1	S	S	100	100
2	S	M	50	100
3	S	B	0	100
4	M	S	50	100
5	M	M	100	25
6	M	B	50	0
7	B	S	0	100
8	B	M	20	0
9	B	B	0	0

Die mehrwertige Logikvorschrift, die in der obigen Tabelle niedergelegt ist, basiert auf der Tatsache, daß die Durchschnittsgeschwindigkeit gering und das Fahrverhältnis bei Stadtstraßenfahrt mittel ist, und die Durchschnittsgeschwindigkeit gering und das Fahrzeitverhältnis bei Stadtstraßenfahrt niedrig ist.

In Fig. 25 sind die Symbole S, M und B einzelne Kennzeichnungen, welche die mehrwertigen Mengen in der Supportmenge für das Fahrzeitverhältnis zeigt. Die Mitgliedsfunktion, welche die mehrwertige Menge S bestimmt, ist derart eingestellt, daß die Anpassung "1" ist, wenn das Fahrzeitverhältnis 0 bis 20% ist, und von "1" auf "0" abfällt, wenn die Fahrzeit von 20% auf 40% ansteigt. Ferner ist die Mitgliedsfunktion, welche die mehrwertige Menge M bestimmt, derart eingestellt, daß die Anpassung von "0" auf "1" ansteigt, wenn das Fahrzeitverhältnis von 20% auf 40% ansteigt. Die Anpassung ist "1", wenn das Fahrzeitverhältnis zwischen 40% und 65% ist, und fällt von "1" auf "0" ab, wenn das Fahrzeitverhältnis von 65% auf 85% ansteigt. Die Mitgliedsfunktion, welche die mehrwertige Menge B bestimmt, ist derart eingestellt, daß die Anpassung von "0" auf "1" ansteigt, wenn das Fahrzeitverhältnis von 65% auf 85% ansteigt, und die Anpassung ist "1", wenn das Fahrzeitverhältnis mehr als 85% beträgt.

Wie aus Fig. 26 ersichtlich, ist die Mitgliedsfunktion, welche die mehrwertige Menge S in der Supportmenge für die Durchschnittsgeschwindigkeit bestimmt, derart eingestellt, daß die Anpassung "1" ist, wenn die Durchschnittsgeschwindigkeit zwischen 0 km/h und 10 km/h liegt, und die Anpassung sinkt von "1" auf "0", wenn die Durchschnittsgeschwindigkeit von 10 km/h auf 20 km/h ansteigt. Ferner ist die Mitgliedsfunktion, welche die mehrwertige Menge M bestimmt, derart eingestellt, daß die Anpassung von "0" auf "1" ansteigt, wenn die Durchschnittsgeschwindigkeit von 10 km/h auf 20 km/h ansteigt, die Anpassung ist "1", wenn die Durchschnittsgeschwindigkeit zwischen 20 km/h und 40 km/h liegt, und die Anpassung fällt von "1" auf "0" ab, wenn die Durchschnittsgeschwindigkeit von 40 km/h auf 60 km/h ansteigt. Die Mitgliedsfunktion, welche die mehrwertige Menge B bestimmt, ist derart eingestellt, daß die Anpassung von "0" auf "1" ansteigt, wenn die Durchschnittsgeschwindigkeit von 40 km/h auf 60 km/h ansteigt, und die Anpassung ist "1", wenn die Durchschnittsgeschwindigkeit höher als 60 km/h ist.

Der Prozessor für den Controller 80 bestimmt eine Anpassung adap [i] an die erste bis neunte Vorschrift in Kombination mit dem Fahrzeitverhältnis (%) und der Durchschnittsgeschwindigkeit (km/h), die einzeln von den in den Fig. 22 und 23 gezeigten Berechnungsroutinen bestimmt werden, und berechnet das Stadtentwicklungsausmaß und das Verkehrsverstopfungsausmaß gemäß der folgenden Regeln.

$$\text{Stadtentwicklungsausmaß [city]} \\ = \sum (\text{adap} [i] \times \text{rcity} [i] + \text{adap} [i] (i = 1-9))$$

$$\text{Verkehrsverstopfungsausmaß [jam]} \\ = \sum (\text{adap} [i] \times \text{rijam} [i] + \text{adap} [i] (i = 1-9))$$

Im speziellen bestimmt der Prozessor die Anpassung des tatsächlichen Fahrzeitverhältnisses an eine entsprechende i'te Vorschrift unter den mehrwertigen Mengen S, M und B, die auf das Fahrzeitverhältnis bezogen sind, und bestimmt dann die Anpassung der tatsächlichen Durchschnittsgeschwindigkeit an eine entsprechende i'te Vorschrift unter den mehrwertigen Mengen S, M und B, welche auf die Durchschnittsgeschwindigkeit bezogen sind. Die kleinere der beiden Anpassungen wird als adapt [1] der Kombination aus tatsächlichem Fahrzeitverhältnis und der tatsächlichen Durchschnittsgeschwindigkeit zur i-ten Vorschrift bestimmt.

Wie in den Fig. 27 und 28 gezeigt, wird nach der ersten Vorschrift dann, wenn das tatsächliche Fahrzeitverhältnis 30% und die tatsächliche Durchschnittsgeschwindigkeit 10 km/h ist, "0,5" als Anpassung des tatsächlichen Fahrzeitverhältnisses von 30% an die mehrwertige Menge S des Fahrzeitverhältnisses bestimmt, und "1" wird als Anpassung der tatsächlichen Durchschnittsgeschwindigkeit von 10 km/h an die mehrwertige Menge S der Durchschnittsgeschwindigkeit bestimmt. Die Anpassung adapt [1] an die erste Vorschrift der Kombination des tatsächlichen Fahrzeitverhältnisses 30% und der tatsächlichen Durchschnittsgeschwindigkeit 10 km/h ist daher

"0,5".

Als nächstes nimmt der Prozessor des Controllers 80 Bezug auf die Karte für die durchschnittliche Seitenbeschleunigung und für das Bergstraßenausmaß, welche im Speicher des Controllers 80 gespeichert ist, und berechnet das Bergstraßenausmaß gemäß der durchschnittlichen Seitenbeschleunigung, die in der Routine von Fig. 24 bestimmt wird. Diese Karte ist derart eingestellt, daß das Bergstraßenausmaß "0" ist, wenn die durchschnittliche Seitenbeschleunigung zwischen 0G und ungefähr 0,1G ist; das Bergstraßenausmaß erhöht sich von "0" auf "1", wenn die durchschnittliche Seitenbeschleunigung von ungefähr 0,1G auf 0,4G ansteigt; und das Bergstraßenausmaß ist "100", wenn die durchschnittliche Seitenbeschleunigung größer ist als 0,4G. Diese Karteneinstellung basiert auf der Tatsache, daß der integrierte Wert der Seitenbeschleunigung bei einer Bergstraßenfahrt hoch ist.

#### Routine für die Häufigkeitsanalyse

Der Prozessor des Controllers 80 führt die Häufigkeitsanalyse von jeweils der Fahrzeuggeschwindigkeit, der längsgerichteten Beschleunigung, der Seitenbeschleunigung und der Beschleunigeröffnung beispielsweise in einer 200 msec-Periode aus, um einen Durchschnittswert und die Varianz für jede physikalische Menge zu bestimmen. Die Fig. 30 zeigt die Häufigkeitsanalyseroutine für die Fahrzeuggeschwindigkeit, und (nicht gezeigte) Häufigkeitsanalyseroutinen für anderes als die Fahrzeuggeschwindigkeit haben ähnliche Strukturen.

Die Fahrzeuggeschwindigkeit als Gegenstandsparameter der Häufigkeitsanalyse wird durch ein Ausgangssignal vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 26 repräsentiert, und der Eingangsbereich ist beispielsweise auf 0—100 km/h eingestellt.

Die Beschleunigeröffnung tps (%) wird gemäß einem Ausgangssignal des Drosselöffnungssensors 104 berechnet, wobei der Eingangsbereich 0—100% ist.

$$tps = (tdata - tpsoff) + (tpson - tpsoff) \times 100,$$

wobei das Symbol tdata den laufenden Drosselöffnungssensoroutput, die Symbole tpsoff und tpson einzelne Drosselöffnungssensoroutputs in einer Beschleuniger-AUS-Bedingung und einer Bedingung bezeichnet, in welcher der Beschleuniger voll geöffnet ist.

Ferner erfaßt der Prozessor des Controllers 80 den Fahrzeuggeschwindigkeitssensoroutput in einer beispielsweise 100 msec-Periode und berechnet die längsgerichtete Beschleunigung gx (G) entsprechend der folgenden Gleichung. Der Eingangsbereich der längsgerichteten Beschleunigung ist beispielsweise 0—0,3G.

$$gx = (vx - vx0) \times 10 + (3,6 \times 9,8)$$

wobei das Symbol vx die laufende Fahrzeuggeschwindigkeit (km/h) und vx0 die Fahrzeuggeschwindigkeit (km/h) vor 100 msec bezeichnet.

Ferner werden das Ausgangssignal vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 81, welches die Fahrzeuggeschwindigkeit vx repräsentiert, und das Ausgangssignal vom Lenkradwinkelsensor, welches den Lenkradwinkel steera repräsentiert, gelesen, wobei auf eine (nicht gezeigte) Karte Bezug genommen wird, und es wird ein vorbestimmter Lenkradwinkel gygain gemäß der Fahrzeuggeschwindigkeit vx bestimmt, um eine Seitenbeschleunigung von 1'G) abzugeben, welche als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit vx dargestellt wird. Wie in der folgenden Gleichung gezeigt, dividiert anschließend der Prozessor den Lenkradwinkel steera durch einen vorbestimmten Lenkradwinkel gygain, um die Seitenbeschleunigung gy(G) zu berechnen. Der Eingangsbereich der Seitenbeschleunigung ist beispielsweise 0—0,5G.

$$gy = steera / gygain$$

Wie aus Fig. 30 ersichtlich, fügt der Prozessor des Controllers 80 "1" zu (INT(Vel/10)) hinzu, welches das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal Vel als Gegenstandsparameter der Häufigkeitsanalyse (Eingangsdaten), dividiert durch 10, innerhalb des Eingangsbereichs 0—100 km/h ist, um einen Wert dat zu bestimmen (Schritt S331), und es wird eine Bestimmung durchgeführt, ob der Wert dat größer ist als "10" (Schritt S332). Ist das Bestimmungsergebnis ja, wird der Wert dat auf "10" in Schritt S333 zurückgesetzt, und das Verfahren geht zu Schritt S334 weiter. Ist das Bestimmungsergebnis in Schritt S332 andererseits nein, geht das Verfahren unmittelbar von Schritt S332 zu Schritt S334 weiter. In Schritt S334 wird, wie in Fig. 31 gezeigt, "1" zu einer Faktorzahl h ist [dat] hinzugefügt, welche einer von 100 Reihen entspricht (in Fig. 21 ist die Faktorzahl der maximalen Faktorreihe gleich 0), wodurch die Gesamtmenge der Eingangsdaten gebildet wird.

In Schritt S335 wird eine Gesamtsumme "num" der ersten bis zehnten Reihe bestimmt. Ferner wird eine Gesamtsumme "sum" der Produkte aus den Faktorzahlen, die für die einzelnen Reihen bestimmt werden (erste Reihe), und einen Wert "i-1" bestimmt. Der Prozessor dividiert die Gesamtsumme "sum" der Produkte, die durch die Gesamtsumme "num" der einzelnen Faktoren dividiert werden, weiter durch "10", um einen Mittelwert ave der Eingangsdaten zu bestimmen (in diesem Fall, die Fahrzeuggeschwindigkeit) (Schritt S336).

Als nächstes bestimmt der Prozessor, ob der Mittelwert ave größer ist als "100" (Schritt S337). Ist das Bestimmungsergebnis ja, wird der Durchschnittswert ave auf "100" in Schritt S338 zurückgesetzt, und das Verfahren geht zu Schritt S339 weiter. Ist andererseits das Bestimmungsergebnis in Schritt S337 nein, geht das Verfahren unmittelbar von Schritt S337 zu Schritt S339 weiter. Dies bedeutet, daß der Durchschnittswert ave der Eingangsdaten auf einen Wert bis 100 begrenzt ist.

In Schritt S339 wird das Produkt aus dem Quadrat des Wertes (i-1) - (ave/10), das durch Division des Durchschnittswertes ave durch "10" und durch Subtraktion von einem Wert "i-1" erhalten wird, und der Faktorzahl hist [i] der Reihe für einzelne Reihen, und dann eine Gesamtsumme "sum2" der Produkte bestimmt.

Anschließend dividiert der Prozessor die Gesamtsumme "sum2" durch die Gesamtsumme "num" der Faktorzahl und ferner durch "5", um die Varianz var der Eingangsdaten zu berechnen (Schritt S340). Eine Bestimmung wird durchgeführt, ob die Varianz var der Eingangsdaten größer ist als "100" (Schritt S341). Ist das Bestimmungsergebnis ja, geht das Verfahren, nachdem die Varianz var auf "100" in Schritt S342 zurückgesetzt wird, zu Schritt S343 weiter. Ist das Bestimmungsergebnis in Schritt S341 nein, geht das Verfahren unmittelbar von Schritt S341 zu Schritt S343 weiter. Dies bedeutet, daß die Varianz var der Eingangsdaten bis zu einem Wert "100" begrenzt ist.

In Schritt S343 wird eine Bestimmung durchgeführt, ob die Gesamtsumme "num" der Faktorzahlen größer ist als "288". Ist das Bestimmungsergebnis nein, ist das Verfahren des laufenden Zykluses beendet. Ist das Bestimmungsergebnis ja, wird die einzelne Faktorzahl hist [i] der ersten bis zehnten Reihe auf einen Wert von Faktorzahlen hist [i], multipliziert mit einem Wert "15/16", zurückgesetzt (Schritt S344), und das Verfahren des laufenden Zykluses ist beendet. Dies bedeutet, daß dann, wenn die Zahl "num" "256" übersteigt, die Faktorzahl die einzelnen Reihe auf ein 15/16-tel vermindert wird. Hiernach wird das Verfahren in Fig. 30 wiederholt, um den Mittelwert und die Varianz der Fahrzeuggeschwindigkeit vel als Eingangsdaten periodisch zu bestimmen.

Die Mittelwerte und Varianzen der Beschleunigeröffnung, der längsgerichteten Beschleunigung und der Seitenbeschleunigung als weitere Eingangsdaten werden in gleicher Weise bestimmt. Der Mittelwert und die Varianz der einzelnen Eingangsdaten steigen an, wenn der Betätigungsmodus des Fahrers "schneller" wird. Der Durchschnittswert der Fahrzeuggeschwindigkeit ist jedoch in großem Ausmaß durch die Verkehrsbedingung beeinflusst.

#### Berechnungsroutine für die Betätigungsbedingung

Der Prozessor des Controllers 80 bestimmt durch die neurale Netzwerkfunktion die Betätigungsbedingung des Fahrers. Bei der vorliegenden Ausführungsform werden zusätzlich zu den einzelnen Durchschnittswerten und Varianzen der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Beschleunigeröffnung, der längsgerichteten Beschleunigung und der Seitenbeschleunigung, die durch die obige Häufigkeitsanalyse bestimmt werden, das Stadtentwicklungsausmaß, das Verkehrsverstopfungsausmaß und das Bergstraßenausmaß, welche gemäß der obigen mehrwertigen Logikvorschrift bestimmt werden, in das neurale Netzwerk eingegeben, um die "Schnelligkeit" als eine Betätigungsbedingung des Fahrers zu bestimmen.

Konzeptmäßig sind im neuronalen Netzwerk die in Fig. 32 gezeigten Prozeßelemente (PE) komplex vernetzt, wie in Fig. 34 gezeigt, und die einzelnen PE's werden mit Gesamtsummen einer Anzahl von Eingaben x[i], multipliziert mit einzelnen Gewichtungen, eingegeben. In jeder PE wird die Gesamtsumme durch eine Transferfunktion umgewandelt und Ausgaben y[i] werden von den einzelnen PE's ausgegeben.

Wie aus den Fig. 32 und 33 ersichtlich, ist in dem in der vorliegenden Ausführungsform verwendeten neuronalen Netzwerk eine verdeckende Lage 202 zwischen der Eingangslage 201 und der Ausgangslage 203 angeordnet. Die Eingangslage 201 weist 11 PE's, die verdeckende Lage 202 weist 6 PE's und die Ausgangslage 203 weist eine einzige PE auf. Die Übertragungsfunktion der PE wird durch  $f(x) = x$  angegeben. Ferner wird die Gewichtung w[i] an der Verbindung der einzelnen PE durch Lernvorgänge bestimmt. Das neurale Netzwerk der vorliegenden Ausführungsform hat zusätzlich einen Eingang 204, der bias genannt ist.

Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Funktion des obigen neuronalen Netzwerks durch den Controller 80 erreicht. Um die Funktion des neuronalen Netzwerks zu verwenden, führt der Prozessor des Controllers 80 periodisch die in Fig. 34 gezeigte Berechnungsroutine für die "Schnelligkeit" aus, wobei die Mittelwerte und Varianzen der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Beschleunigeröffnung, der längsgerichteten Beschleunigung und der Seitenbeschleunigung, sowie das Stadtentwicklungsausmaß, das Verkehrsverstopfungsausmaß und das Bergstraßenausmaß als Eingangsdaten verwendet werden (wovon alle Ausgangsbereiche von "0" bis "100" haben).

In der Routine von Fig. 34 subtrahiert der Prozessor des Controllers 80 "100" vom Produkt aus Eingangsdaten dd[i] und "2", um die Bereiche der 11 Eingangsdaten dd[i] ( $i = 1 - 11$ ) zu "0-100" bis "-100-100" zu konvertieren, wodurch Eingangsdaten din[i] nach der Bereichsumwandlung erhalten werden (Schritt S351). Anschließend bestimmt der Prozessor die Gesamtsumme drive aus dem Produkt der Eingangsdaten din[i], die für die Eingangsdaten din[i] nach der Bereichskonversion bestimmt werden, und dem Gewichtungsfaktor nmap[i+1], und bestimmt das gleiche Produkt (nmap[i]x100) für den bias, und das Produkt (nmap[i]x100), das auf den bias bezogen ist, wird zur Gesamtsumme drive hinzugefügt, die auf die Eingangsdaten bezogen ist, um eine Ausgabe drive zu bestimmen, welche die "Schnelligkeit" repräsentiert (Schritt S352).

Die "Schnelligkeits"-Ausgabe drive wird durch "10000" dividiert, "100" wird hinzugefügt und das Additionsergebnis wird durch "2" dividiert, um den Bereich der "Schnelligkeits"-Ausgabe von "-1000000-1000000" auf "0-100" zu verändern (Schritt S353). Auf diese Weise wird ein "Schnelligkeits"-Berechnungszyklus in einem Berechnungszyklus beendet.

Wie oben beschrieben, kann die Ausgabe drive, welche die "Schnelligkeit" als Fahrzeugbetätigungsbedingung des Fahrers repräsentiert, bestimmt werden. Gemäß dem Testfahrerergebnis war der geschätzte Wert der "Schnelligkeit" des Fahrers, welcher durch die Ausgabe drive repräsentiert wird, in guter Übereinstimmung mit der "Schnelligkeit", welche vom Fahrer selbst ausgewertet wird. Dies wird aufgrund der Tatsache berücksichtigt, daß die Betätigungsbedingung des Fahrers, welche schwer mit physikalischen Dingen wie der Fahrzeuggeschwindigkeit auszuwerten ist, gemäß den Durchschnittswerten und Varianzen der physikalischen Mengen ausgewertet wird, welche die Häufigkeitsverteilung der einzelnen physikalischen Mengen charakterisieren, und unter Berücksichtigung der Verkehrsbedingung.

Im folgenden wird das Schnellbremsunterstützungssystem der Fahrzeugbremsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform beschrieben, auf das das vorstehend beschriebene Steuerungsverfahren für die Fahrzeugbetä-

tigungscharakteristiken angegeben wird.

Die vorliegende Ausführungsform soll die Fahrzeugbetätigungscharakteristiken steuern, um die Fahrzeugbetätigungsbedingung "Schnelligkeit", welche von dem obigen Schätzverfahren geschätzt wird, anzupassen, wobei das Verfahren zum Schätzen der Schnelligkeit ähnlich ist zu demjenigen, das oben beschrieben wurde und daher nicht näher beschrieben wird. Ferner unterscheidet sich in der vorliegenden Ausführungsform, wie in Fig. 17 gezeigt, im Flußdiagramm die Steuerung von Schritt S206 von Schritt S106 (Fig. 12) der vorstehend beschriebenen dritten Ausführungsform, während die anderen Schritte S100—S105, S107 und S108 dieselben sind und nicht näher beschrieben werden.

Bei der Fahrzeugbremsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform wird zum Unterscheiden der Normalbremsung von der Notbremsung der zweite voreingestellte Druckgradient  $X_{dPM}$  des M/C-Druckgradienten  $d(PM)/dt$  des verwendeten Hauptzylinders gemäß der "Schnelligkeit" eingestellt, welche vom oben beschriebenen Schätzverfahren für die Fahrzeugbetätigungsbedingung bestimmt wird. Wie aus der graphischen Darstellung von Fig. 18 ersichtlich, wird eine Notbremsbedingung bestimmt, wenn der M/C-Druckgradient  $d(PM)/dt$  relativ zur geschätzten "Schnelligkeit" in der Fläche C ist.

Dies bedeutet, daß in Schritt S206, wie aus dem Flußdiagramm von Fig. 17 ersichtlich, wenn der M/C-Druckgradient größer ist als der geschätzte Wert und die Zeitdauer größer ist als 100 msec, das Verfahren zu Schritt S207 weitergeht, um das System zu betätigen. Befindet sich das Fahrzeug in einer sportlichen oder harten Fahrt, ist in diesem Fall die "Schnelligkeit" des Fahrers hoch, wenn die "Schnelligkeit" beispielsweise "70" ist, und der spezifizierte Wert ist 30 MPa/sec. Andererseits ist beim Fahren durch einen weiblichen oder betagten Fahrer die "Schnelligkeit" des Fahrers klein, wenn die "Schnelligkeit" beispielsweise "30" ist, und der spezifizierte Wert ist 10 MPa/sec.

Bei der vorliegenden Ausführungsform hat es sich gezeigt, daß der zweite voreingestellte Druckgradient  $X_{dPM}$  bei der Schnellbremsbestimmungslogik in der dritten Ausführungsform variabel ist, und dies kann auf den spezifizierten Wert  $X_{dPM}$  in der zweiten Ausführungsform oder auf den Vergleichsschwellwert der maximalen Druckkraft  $P_{Bmax}$  angewendet werden, der anstelle des maximalen M/C-Druckgradienten  $d(PM)/dt_{max}$  verwendet werden kann, welcher in der zweiten Ausführungsform beschrieben wurde.

Die vorstehend beschriebene Erfindung kann auf vielerlei Weise verändert werden. Derartige Veränderungen weichen nicht vom Geist und Umfang der Erfindung ab, soweit sie für den Fachmann vom Umfang der folgenden Ansprüche umfaßt sind.

#### Patentansprüche

1. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug mit:

einem Betätigungsteil, das von einem Fahrer des Fahrzeugs betätigbar ist, einem Verstärker zum Ausüben einer Bremskraft gemäß einer Betätigungskraft des Betätigungsteils auf die Räder des Fahrzeugs, einer Bremskraftverstärkungseinrichtung zum Verstärken einer Bremskraftausgabe des Verstärkers unabhängig von der Betätigungskraft des Betätigungsteils, einer Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung zum Bestimmen, ob eine Bremsbetätigung durch das Betätigungsteil eine Normalbremsbedingung oder eine Notbremsbedingung ist, und einer Steuereinrichtung zum Steuern des Verstärkers in der Weise, daß er dann, wenn die von der Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung bestimmte Bremsbetätigung als Normalbremsbedingung bestimmt wird, eine Bremskraft gemäß der Betätigungskraft des Betätigungsteils auf die Räder ausübt, und um dann, wenn die Bremsbedingung als eine Notbremsbedingung bestimmt wird, die Bremskraftverstärkungseinrichtung derart zu steuern, daß sie eine Bremskraftausgabe des Verstärkers unabhängig von der Betätigungskraft des Betätigungsteils erhöht, um hierdurch eine Bremskraft auszuüben, die größer ist als die normalerweise auf die Fahrzeugräder ausgeübte Bremskraft.

2. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug nach Anspruch 1, bei welcher die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung eine Betätigungskrafterfassungseinrichtung zum Erfassen der Betätigungskraft des Betätigungsteils aufweist, und bei welcher eine Notbremsbedingung bestimmt wird, wenn eine maximale Betätigungskraft von derjenigen Betätigungskraft, die von der Betätigungskrafterfassungseinrichtung erfaßt wird, größer ist als eine voreingestellte Betätigungskraft, und wenn eine Betätigungszeit von Beginn der Betätigung des Betätigungsteils an bis zum Erreichen der maximalen Betätigungskraft größer ist als eine voreingestellte Zeitdauer.

3. Bremsvorrichtung nach Anspruch 2, bei welcher die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung eine Speichereinrichtung zum fortlaufenden Speichern eines Wertes der Betätigungskraft und zum Aktualisieren des Wertes auf einen größeren Wert aufweist, der von der Betätigungskrafterfassungseinrichtung erfaßt wird, und bei welcher die Notbremsbedingung bestimmt wird, wenn die maximale Betätigungskraft, die neu aktualisiert wird, nachdem die Betätigungszeit die voreingestellte Zeit überschreitet, die voreingestellte Betätigungskraft überschreitet.

4. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug nach Anspruch 2 oder 3, bei welcher das Betätigungsteil ein Bremspedal und die Betätigungskrafterfassungseinrichtung ein Druckkraftsensor ist, der am Bremspedal befestigt ist.

5. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welcher der Verstärker mit dem Betätigungsteil verbunden und mit einem Hauptzylinder zum Umwandeln der Betätigungskraft des Betätigungsteils in einen Hydraulikdruck und zum Ausgeben einer auf die Fahrzeugräder einwirkenden Bremskraft versehen ist.

6. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug nach Anspruch 5, bei welcher die Bremsbedingungsbestimmungsein-

- richtung mit einer Druckerfassungseinrichtung zum Erfassen des Hydraulikdrucks als Ausgabe des Hauptzylinders versehen ist, und wobei eine Notbremsbedingung bestimmt wird, wenn ein maximaler Druckgradient eines Druckgradienten, der von der Druckerfassungseinrichtung erfaßt wird, größer ist als ein voreingestellter Druckgradient, und wenn eine Zeitdauer von Beginn der Betätigung des Betätigungsteils bis zum Erreichen des maximalen Druckgradienten größer ist als eine voreingestellte Zeitdauer. 5
7. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug nach Anspruch 6, bei welcher die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung eine Speichereinrichtung zum fortlaufenden Speichern eines Wertes und zum Aktualisieren des Wertes auf einen größeren Wert des Druckgradientwertes aufweist, der von der Druckerfassungseinrichtung als der maximale Druckgradient erfaßt wird, und bei welcher eine Notbremsbedingung bestimmt wird, wenn der maximale Druckgradient, der neu aktualisiert wird, nachdem die Betätigungszeit die voreingestellte Zeit überschreitet, den voreingestellten Druckgradienten überschreitet. 10
8. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug nach Anspruch 5, bei welcher die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung mit einer Druckerfassungseinrichtung zum Erfassen des Hydraulikdrucks als Ausgabe des Hauptzylinders versehen ist, und bei welcher eine Notbremsbedingung bestimmt wird, wenn eine erste Bedingung erfüllt ist, wo ein Durchschnittswert des erfaßten Druckes von einer Zeit ab, bei welcher ein Druckgradient von der Druckerfassungseinrichtung erfaßt wird, bis zu einer Zeit vor der ersten voreingestellten Zeit, addiert mit einem voreingestellten Wert, größer ist als der erfaßte Hydraulikdruck, nach einer zweiten voreingestellten Zeit von der ersten voreingestellten Zeit ab, und nachdem die Zeitdauer von der zweiten voreingestellten Zeit länger ist als eine dritte voreingestellte Zeit, und der Druckgradient größer ist als ein zweiter voreingestellter Druckgradient. 15 20
9. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug nach Anspruch 8, bei welcher die Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung eine Zeitdauer mißt, wenn der Druckgradient null ist oder einen negativen Wert annimmt, wenn die erste Bedingung erfüllt ist, und eine Normalbremsbedingung bestimmt, wenn die gemessene Zeit länger ist als eine vierte voreingestellte Zeit, und die Erfüllung der ersten Bedingung streicht. 25
10. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1—9, bei welcher die Steuereinrichtung eine Betätigungserfassungseinrichtung aufweist, um zu erfassen, ob der Fahrer das Betätigungsteil betätigt, und eine erste Verhinderungseinrichtung zum Verhindern der Betätigung der Bremskraftverstärkungseinrichtung, wenn die Betätigungserfassungseinrichtung erfaßt, daß der Fahrer das Betätigungsteil nicht betätigt, nachdem eine Notbremsbedingung von der Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung bestimmt wird. 30
11. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1—9, bei welcher die Steuereinrichtung eine Betätigungskrafterfassungseinrichtung zum Erfassen der Betätigungskraft des Betätigungsteils aufweist, und eine zweite Verhinderungseinrichtung zum Verhindern der Betätigung der Bremskraftverstärkungseinrichtung, wenn die von der Betätigungskrafterfassungseinrichtung erfaßte Betätigungskraft geringer ist als ein voreingestellter Wert, nachdem eine Notbremsbedingung von der Bremsbedingungsbestimmungseinrichtung bestimmt wird. 35
12. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug nach Anspruch 6 oder 7, die ferner umfaßt:  
 eine Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungseinrichtung zum Erfassen einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs;  
 eine Lenkradwinkelerfassungseinrichtung zum Erfassen eines Lenkradwinkels des Fahrzeugs;  
 einen Beschleunigeröffnungssensor zum Erfassen einer Beschleunigeröffnung des Fahrzeugs;  
 eine erste Schätzeinrichtung zum Schätzen einer Verkehrsbedingung des Fahrzeugs aus einem Fahrzeitverhältnis und einer Durchschnittsgeschwindigkeit, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeleitet wird, welche von der Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungseinrichtung erfaßt wird, und aus einer durchschnittlichen Seitenbeschleunigung, die von der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkradwinkel abgeleitet werden, der von der Lenkradwinkelerfassungseinrichtung erfaßt wird;  
 eine zweite Schätzeinrichtung zum Schätzen einer Betätigungstendenz des Fahrers aus einem Häufigkeitsanalysewert einer Beschleunigeröffnung, welche von der Beschleunigeröffnung abgeleitet wird, die vom Beschleunigeröffnungssensor erfaßt wird, einem Häufigkeitsanalysewert der Fahrzeuggeschwindigkeit, die vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor erfaßt wird, einem Häufigkeitsanalysewert einer längsgerichteten Beschleunigung, die von der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit abgeleitet wird, einem Häufigkeitsanalysewert der Seitenbeschleunigung, die von der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit und dem erfaßten Lenkradwinkel abgeleitet wird, und aus einer Verkehrsbedingung, die von der ersten Schätzeinrichtung geschätzt wird; und  
 eine Druckgradientenänderungseinrichtung zum Verändern eines voreingestellten Druckgradienten gemäß der Betätigungstendenz, die von der zweiten Schätzeinrichtung geschätzt wird. 40 45 50
13. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug nach Anspruch 8, welche ferner umfaßt: 55  
 eine Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungseinrichtung zum Erfassen einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs;  
 einen Lenkradwinkelsensor zum Erfassen eines Lenkradwinkels des Fahrzeugs;  
 einen Beschleunigeröffnungssensor zum Erfassen einer Beschleunigeröffnung des Fahrzeugs;  
 eine erste Schätzeinrichtung zum Schätzen einer Verkehrsbedingung des Fahrzeugs aus einem Fahrzeitverhältnis und einer Durchschnittsgeschwindigkeit, die von der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeleitet wird, welche von der Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungseinrichtung erfaßt wird, und einer durchschnittlichen Seitenbeschleunigung, die von der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkradwinkel abgeleitet wird, welcher von der Lenkradwinkelerfassungseinrichtung erfaßt wird;  
 eine zweite Schätzeinrichtung zum Schätzen einer Betätigungstendenz des Fahrers aus einem Häufigkeitsanalysewert einer Beschleunigeröffnung, die von der Beschleunigeröffnung abgeleitet wird, welche vom Beschleunigeröffnungssensor erfaßt wird, einem Häufigkeitsanalysewert der Fahrzeuggeschwindigkeit, die vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor erfaßt wird, einem Häufigkeitsanalysewert einer längsgerichteten Beschleunigung, die von der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit abgeleitet wird, einem Häufigkeitsanalyse- 60 65

wert der Seitenbeschleunigung, die von der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit und dem erfaßten Lenkwinkel abgeleitet wird, und aus der Verkehrsbedingung, die von der ersten Schätzeinrichtung geschätzt wird; und

eine Druckgradientenänderungseinrichtung zum Ändern eines zweiten voreingestellten Druckgradienten gemäß der Betätigungstendenz, die von der zweiten Schätzeinrichtung geschätzt wird.

14. Bremsvorrichtung für ein Fahrzeug nach Anspruch 12 oder 13, bei welcher die zweite Schätzeinrichtung Häufigkeitsverteilungen der individuellen Parametern der erfaßten Beschleunigeröffnung, der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit, der längsgerichteten Beschleunigung und der abgeleiteten Seitenbeschleunigung bestimmt, und die Betätigungstendenz aus einer gewichteten Totalsumme von Durchschnittswerten und Varianzen der einzelnen Parametern schätzt, welche von den Häufigkeitsverteilungen und der Verkehrsbedingung abgeleitet werden, die von der ersten Schätzeinrichtung geschätzt wird.

15. Bremsverfahren für ein Fahrzeug mit folgenden Schritten:

- a) Bestimmen, ob eine Bremsbetätigung durch ein vom Fahrzeugfahrer betätigtes Betätigungsteil eine Normalbremsbedingung oder eine Notbremsbedingung ist; und
- b) Aufbringen einer Bremskraft gemäß einer Betätigungskraft des Betätigungsteils, wenn die Bremsbetätigung in Schritt (a) dahingehend bestimmt wird, daß es sich um eine Normalbremsbedingung handelt;
- c) Erhöhen der auf die Fahrzeugräder einwirkenden Bremskraft unabhängig von der Betätigungskraft des Betätigungsteils, wenn die Bremsbetätigung in Schritt (a) dahingehend bestimmt wird, daß es sich um eine Notbremsbedingung handelt, um eine Bremskraft auf die Fahrzeugräder auszuüben, die größer ist als die während der Normalbremsung aufgebrachte Kraft.

16. Bremsverfahren für ein Fahrzeug nach Anspruch 15, bei welchem Schritt (a) die folgenden Unterschritte enthält:

- a1) Erfassen der Betätigungskraft des Betätigungsteils und
- a2) Bestimmen einer Notbremsbedingung, wenn eine maximale Betätigungskraft der in Schritt (a1) erfaßten Betätigungskraft größer ist als eine voreingestellte Betätigungskraft und eine Zeit von Beginn der Betätigung des Betätigungsteils an bis zum Erreichen der maximalen Betätigungskraft größer ist als eine voreingestellte Zeitdauer.

17. Bremsverfahren für ein Fahrzeug nach Anspruch 16, bei welchem Schritt (a) die folgenden Unterschritte umfaßt:

- a3) Speichern eines Wertes der erfaßten Betätigungskraft,
- a4) fortlaufendes Aktualisieren des gespeicherten Wertes von Unterschritt (a3) auf einen größeren Wert, um eine maximale Betätigungskraft zu speichern, und
- a5) Bestimmen einer Notbremsbedingung, wenn die maximale Betätigungskraft, die neu aktualisiert wird, nachdem die Betätigungszeit die voreingestellte Zeit überschreitet, die voreingestellte Betätigungskraft überschreitet.

18. Bremsverfahren für ein Fahrzeug nach Anspruch 15, das ferner die Schritte enthält:

- d) Umwandeln der Betätigungskraft des Betätigungsteils in einen Hydraulikdruck,
- e) Ausgeben einer auf die Fahrzeugräder wirkenden Bremskraft,
- f) Erfassen des Hydraulikdrucks von Schritt d, und
- g) Bestimmen einer Notbremsbedingung, wenn ein maximaler Druckgradient eines Druckgradienten des erfaßten Hydraulikdrucks von Schritt f größer ist als ein voreingestellter Druckgradient, und wenn eine Zeitdauer von einem Beginn der Betätigung des Betätigungsteils bis zum Erreichen des maximalen Druckgradienten größer ist als eine voreingestellte Zeitdauer.

19. Bremsverfahren für ein Fahrzeug nach Anspruch 18, wobei Schritt a die folgenden Unterschritte enthält:

- a1) Speichern eines Wertes des Druckgradientenwertes,
- a2) fortlaufendes Aktualisieren des gespeicherten Wertes von Unterschritt a1 auf einen größeren Wert des Druckgradientenwertes, um einen maximalen Druckgradienten zu speichern, und
- a3) Bestimmen einer Notbremsbedingung, wenn der maximale Druckgradient, der neu aktualisiert wird, nachdem die Betätigungszeit die voreingestellte Zeit überschreitet, den voreingestellten Druckgradienten überschreitet.

20. Bremsverfahren für ein Fahrzeug nach Anspruch 15, bei welchem der Hydraulikdruck als Ausgabe eines Hauptzylinders des Fahrzeugs erfaßt wird, und eine Notbremsbedingung in Schritt a bestimmt wird, wenn eine erste Bedingung erfüllt ist, wo ein Durchschnittswert des erfaßten Hydraulikdrucks von einer Zeit ab, bei welcher ein Druckgradient erfaßt wird, bis zu einer Zeit vor der ersten voreingestellten Zeit, addiert mit dem voreingestellten Wert, größer ist als der erfaßte Hydraulikdruck nach einer zweiten voreingestellten Zeit von der ersten voreingestellten Zeit ab, wonach die Zeitdauer von der zweiten voreingestellten Zeit größer ist als eine dritte voreingestellte Zeit, und der Druckgradient größer ist als ein zweiter voreingestellter Druckgradient.

21. Bremsverfahren für ein Fahrzeug nach Anspruch 20, welches ferner die Schritte umfaßt

- d) Messen einer Zeitdauer, wenn der Druckgradient null ist oder einen negativen Wert einnimmt, wenn die erste Bedingung erfüllt ist,
- e) Bestimmen einer Normalbremsbedingung, wenn die gemessene Zeitdauer größer ist als eine vierte voreingestellte Zeit, und
- f) Streichen der Erfüllung der ersten Bedingung.

22. Bremsverfahren für ein Fahrzeug nach einem der Ansprüche 15 bis 21, welches ferner die Schritte umfaßt:  
Bestimmen, ob der Fahrzeugfahrer das Betätigungsteil betätigt, und

Verhindern der Erhöhung der Bremskraft, wenn bestimmt wird, daß der Fahrer das Betätigungsteil nicht betätigt, nachdem eine Notbremsbedingung bestimmt wird.

23. Bremsverfahren für ein Fahrzeug nach einem der Ansprüche 15 bis 21, das ferner die folgenden Schritte umfaßt:

Erfassen der Betätigungskraft des Betätigungsteils und

Verhindern der Erhöhung der Bremskraft, wenn die erfaßte Betätigungskraft niedriger ist als ein voreingestellter Wert, nachdem eine Notbremsbedingung bestimmt wird.

24. Bremsverfahren für ein Fahrzeug nach Anspruch 18 oder 19, das ferner die Schritte umfaßt:

Schätzen einer Verkehrsbedingung des Fahrzeugs aus einem Fahrzeitverhältnis und einer Durchschnittsgeschwindigkeit, die von der erfaßten Geschwindigkeit des Fahrzeugs abgeleitet wird, und aus einer durchschnittlichen Seitenbeschleunigung, die von der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit und einem erfaßten Lenkwinkel des Fahrzeugs abgeleitet wird,

Schätzen einer Betätigungstendenz des Fahrers aus einem Häufigkeitsanalysewert einer Beschleunigeröffnung, die von der erfaßten Beschleunigeröffnung des Fahrzeugs abgeleitet wird, einem Häufigkeitsanalysewert der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit, einem Häufigkeitsanalysewert einer längsgerichteten Beschleunigung, die von der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit abgeleitet wird, einem Häufigkeitsanalysewert der Seitenbeschleunigung, die von der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit und dem erfaßten Lenkwinkel abgeleitet wird, und

Verändern des voreingestellten Druckgradienten entsprechend der geschätzten Betätigungstendenz.

25. Bremsverfahren für ein Fahrzeug nach Anspruch 17, das ferner die Schritte umfaßt:

Schätzen einer Verkehrsbedingung des Fahrzeugs aus einem Fahrzeitverhältnis und einer Durchschnittsgeschwindigkeit, die von einer erfaßten Geschwindigkeit des Fahrzeugs abgeleitet wird, und aus einer durchschnittlichen Seitenbeschleunigung, die von der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit und einem erfaßten Lenkwinkel des Fahrzeugs abgeleitet wird,

Schätzen einer Betätigungstendenz des Fahrers aus einem Häufigkeitsanalysewert einer Beschleunigeröffnung, die von einer erfaßten Beschleunigeröffnung des Fahrzeugs abgeleitet wird, einem Häufigkeitsanalysewert der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit, einem Häufigkeitsanalysewert einer längsgerichteten Beschleunigung, die von der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit abgeleitet wird, einem Häufigkeitsanalysewert der Seitenbeschleunigung, die von der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit und dem erfaßten Lenkwinkel abgeleitet wird, und

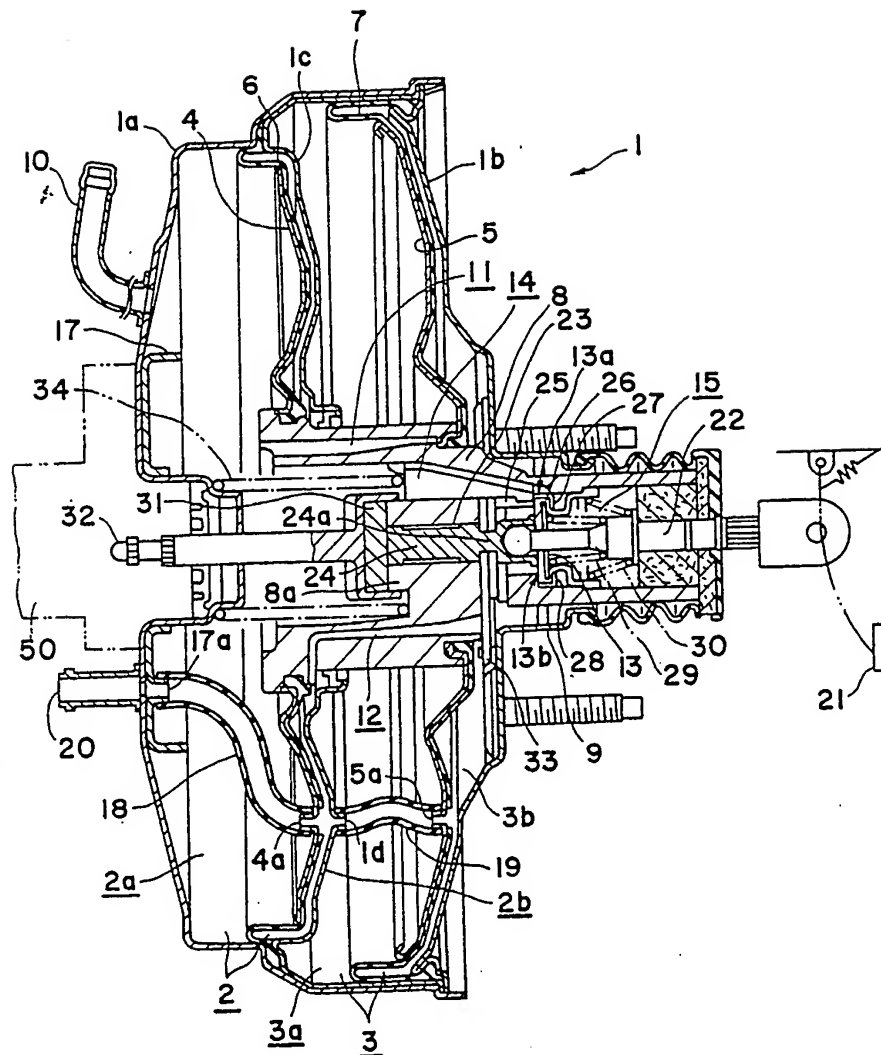
Verändern der geschätzten Verkehrsbedingung und des zweiten voreingestellten Druckgradienten gemäß der geschätzten Betätigungstendenz.

26. Bremsverfahren für ein Fahrzeug nach Anspruch 24 oder 25, bei welchem Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Parametern der erfaßten Beschleunigeröffnung, der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit, der abgeleiteten längsgerichteten Beschleunigung und der abgeleiteten Seitenbeschleunigung bestimmt werden, und

Schätzen der Betätigungstendenz aus einer gewichteten Gesamtsumme der Durchschnittswerte und Varianzen der einzelnen Parametern, die aus den Häufigkeitsverteilungen und der geschätzten Verkehrsbedingung bestimmt werden.

Hierzu 31 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1



# FIG. 2

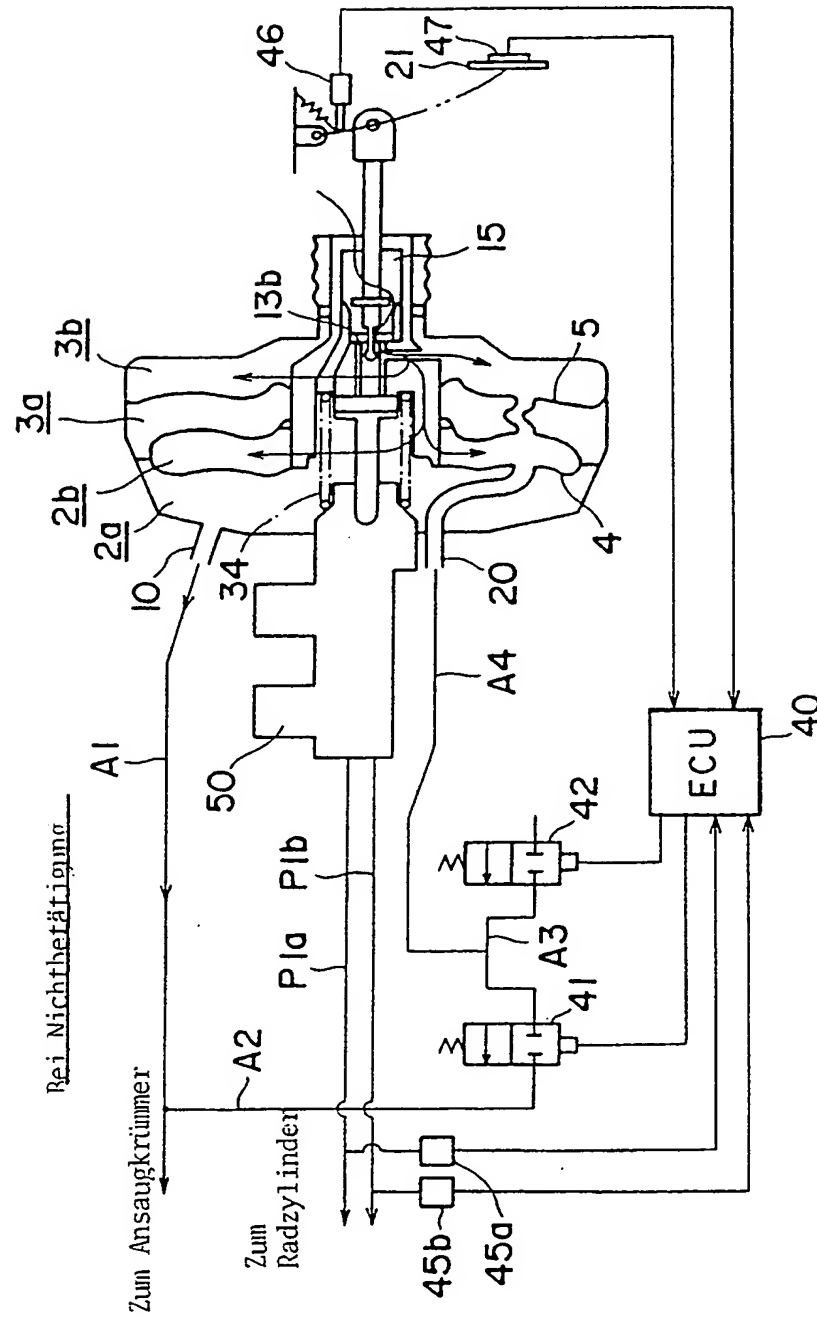


FIG. 3

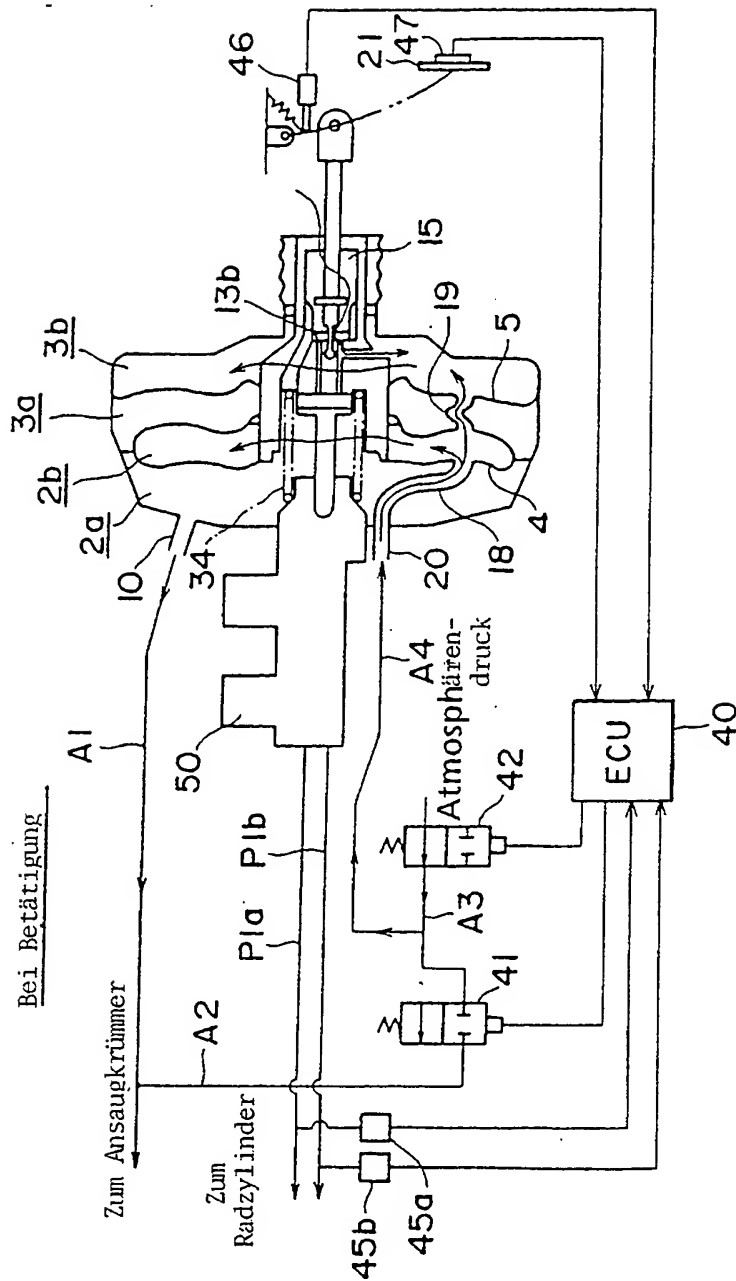


FIG. 4

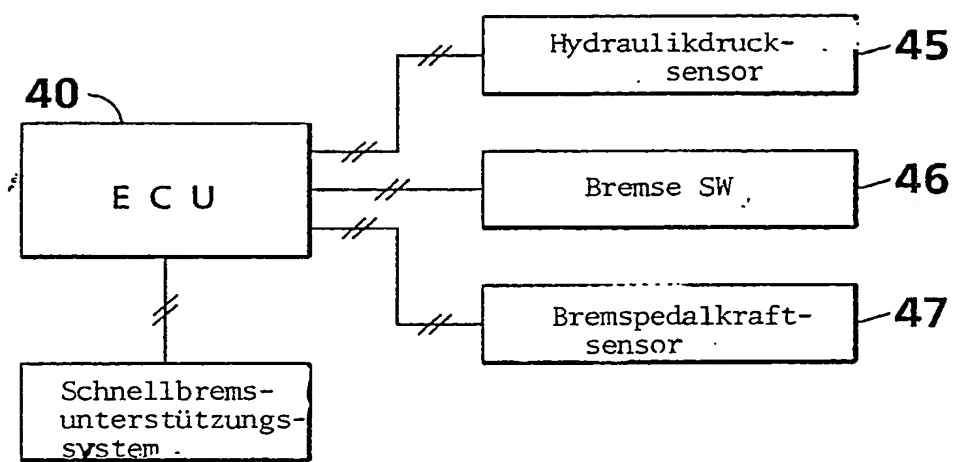


FIG. 5

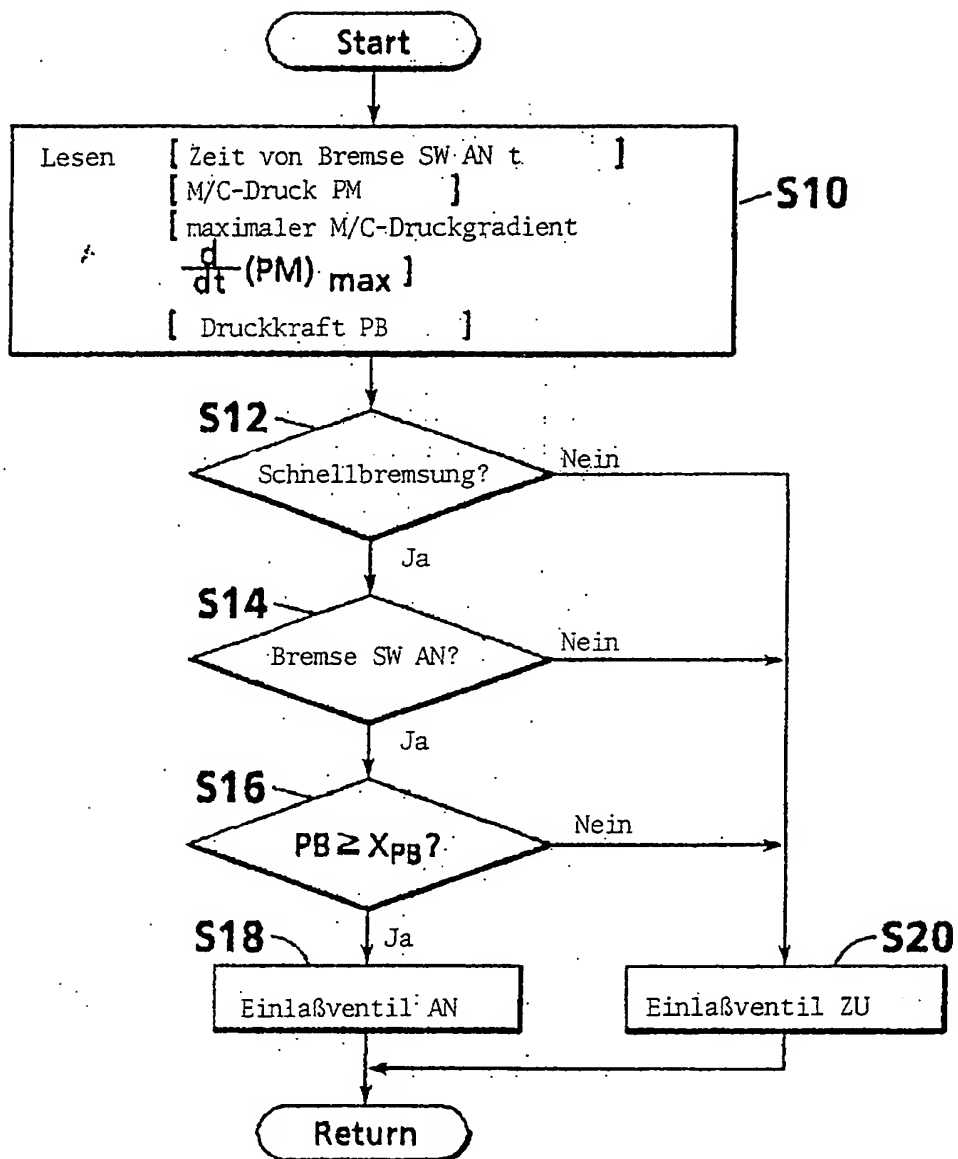


FIG. 6

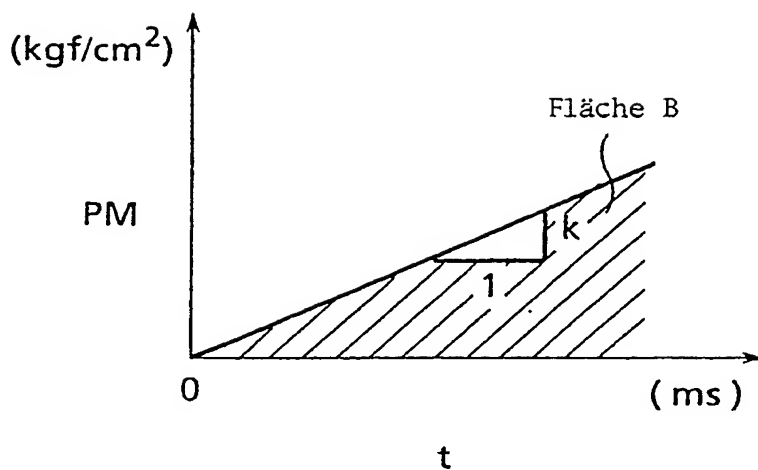


FIG. 7

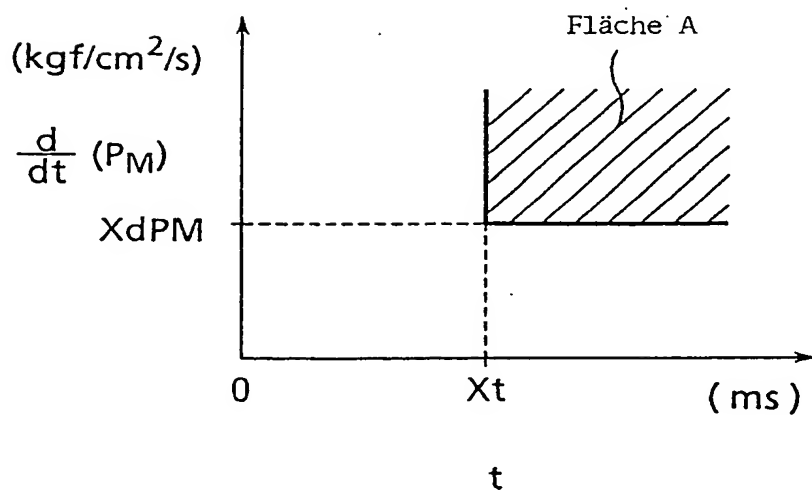
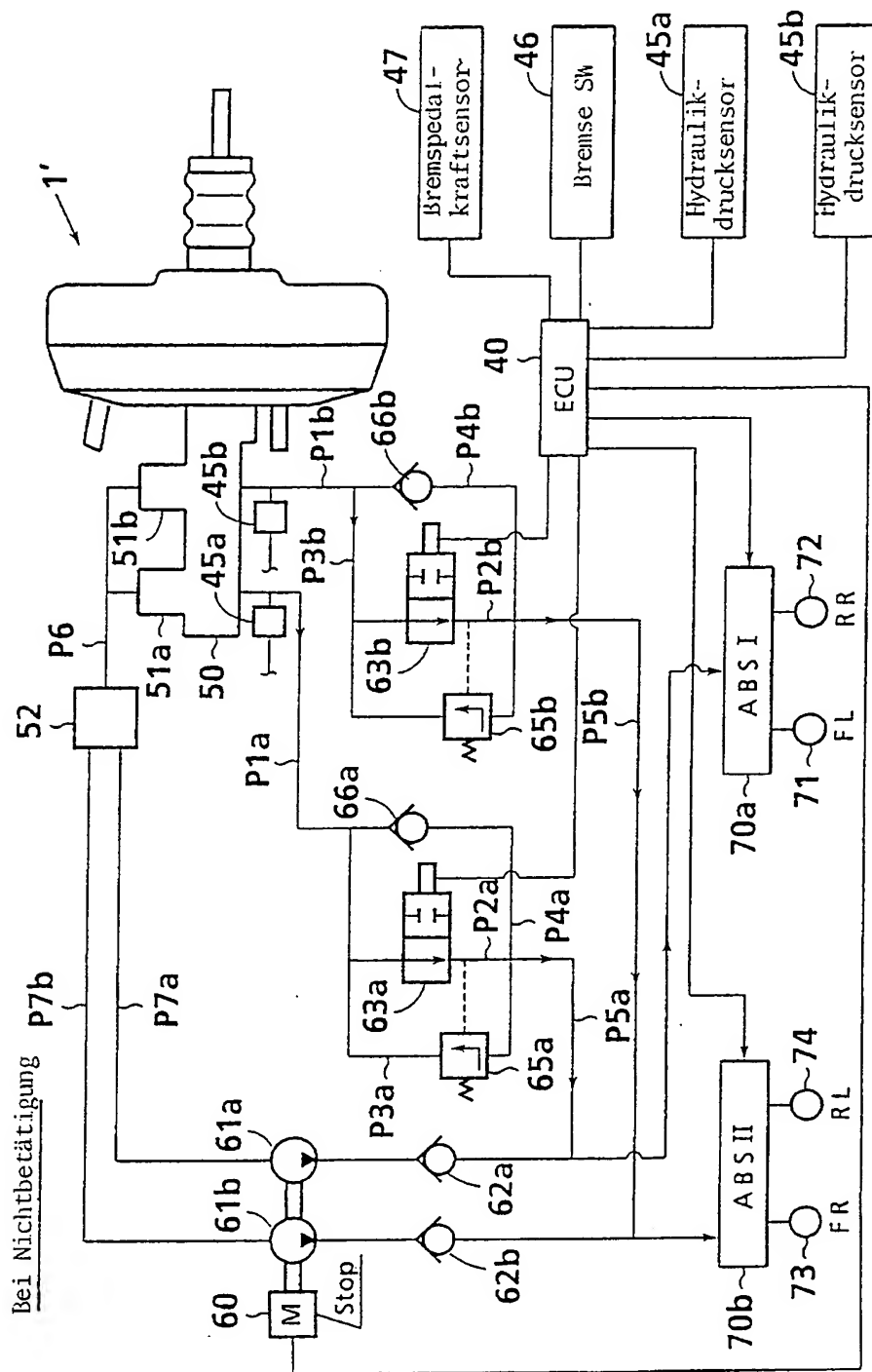


FIG. 8



**FIG. 9**

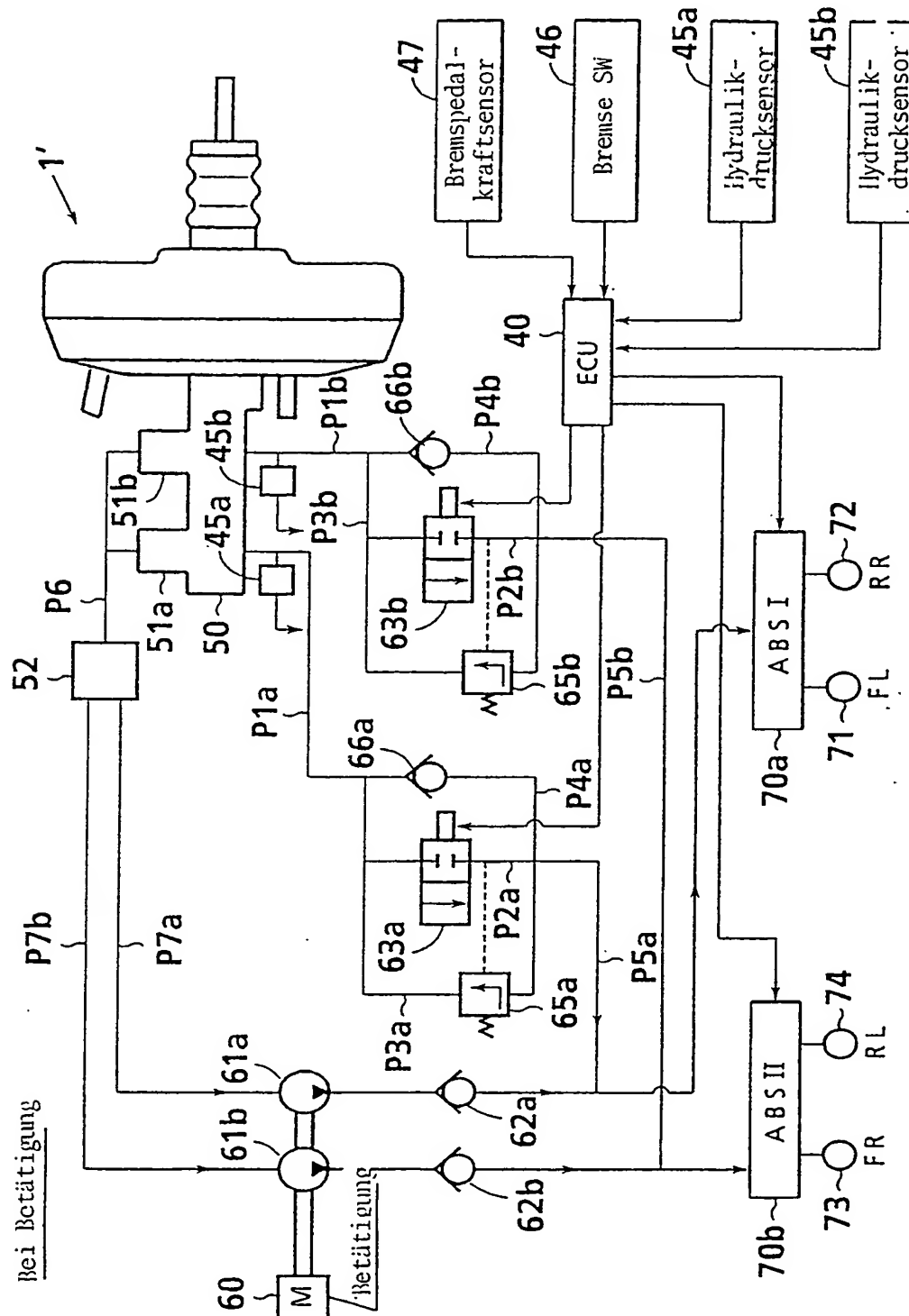


FIG. 10

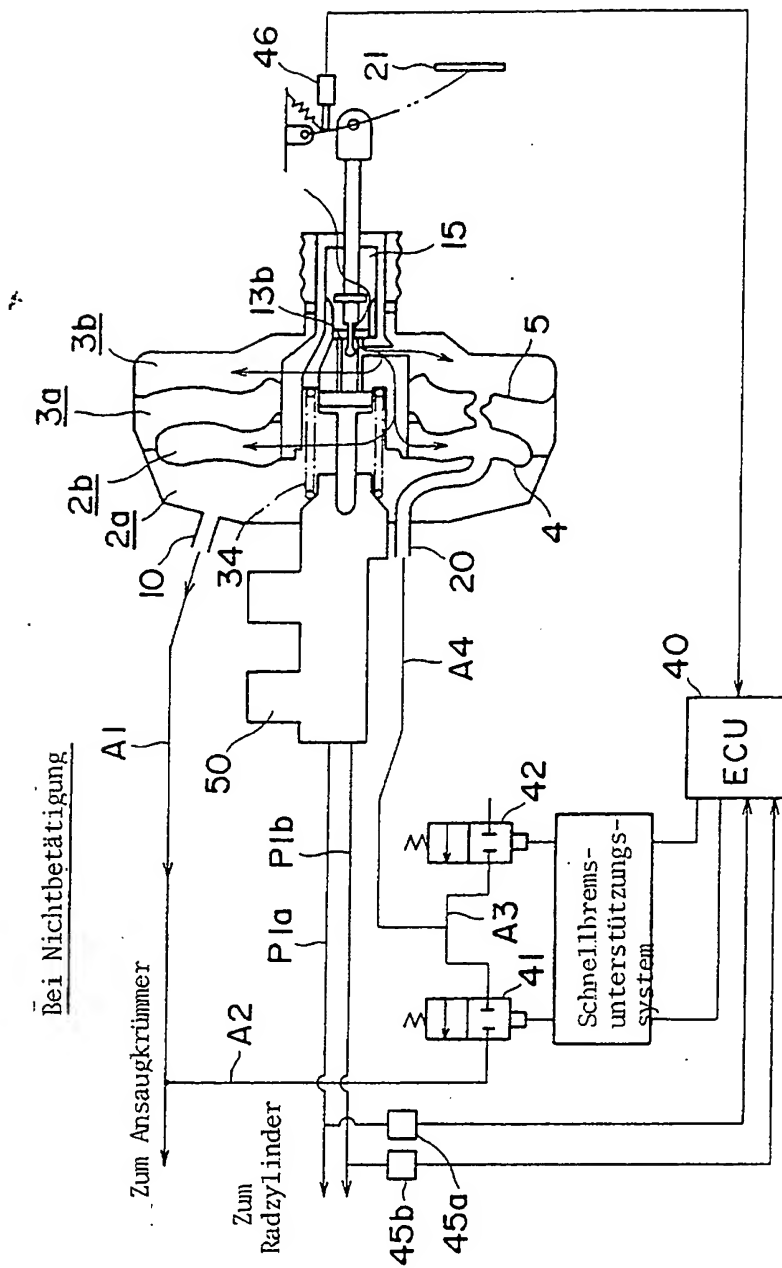


FIG. 11

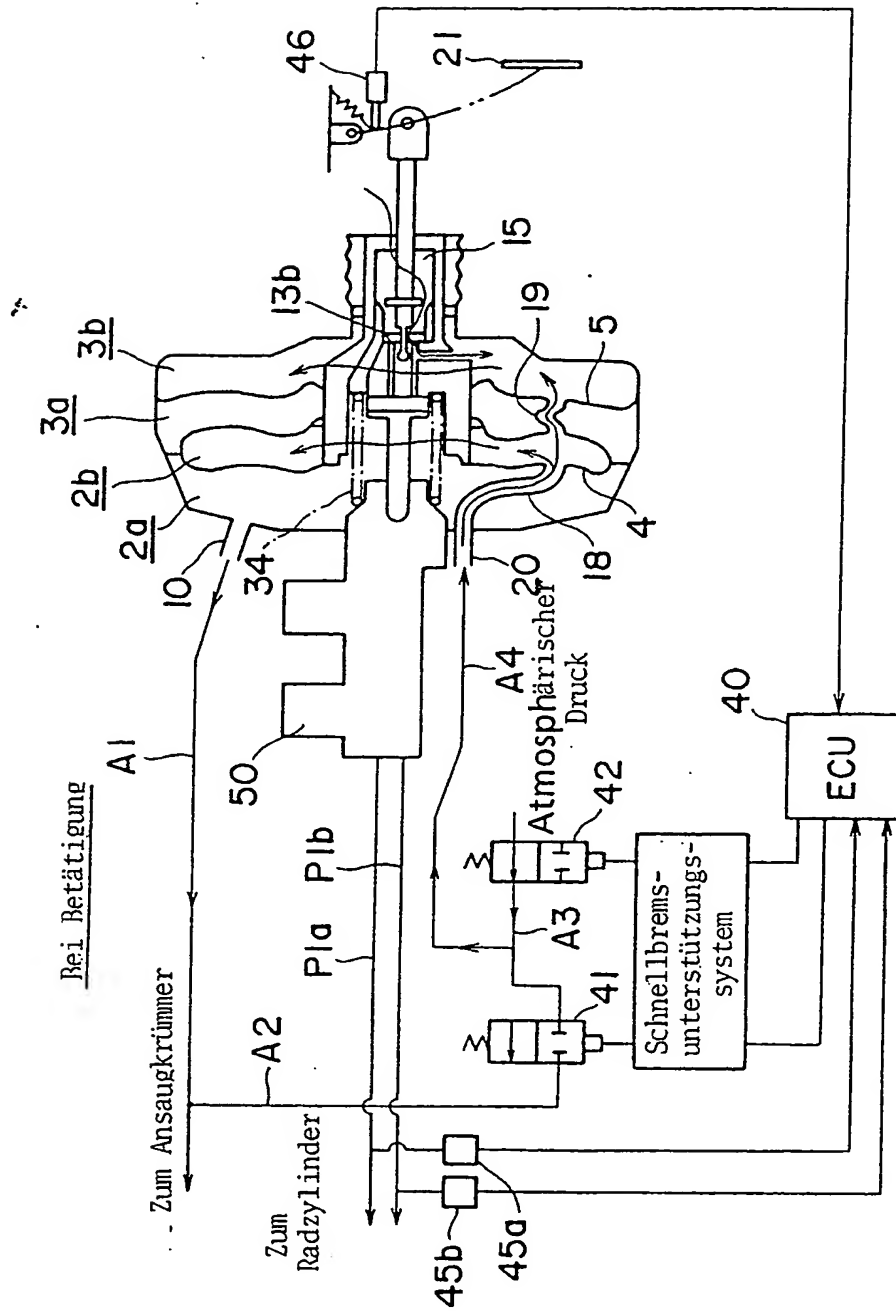


FIG. 12

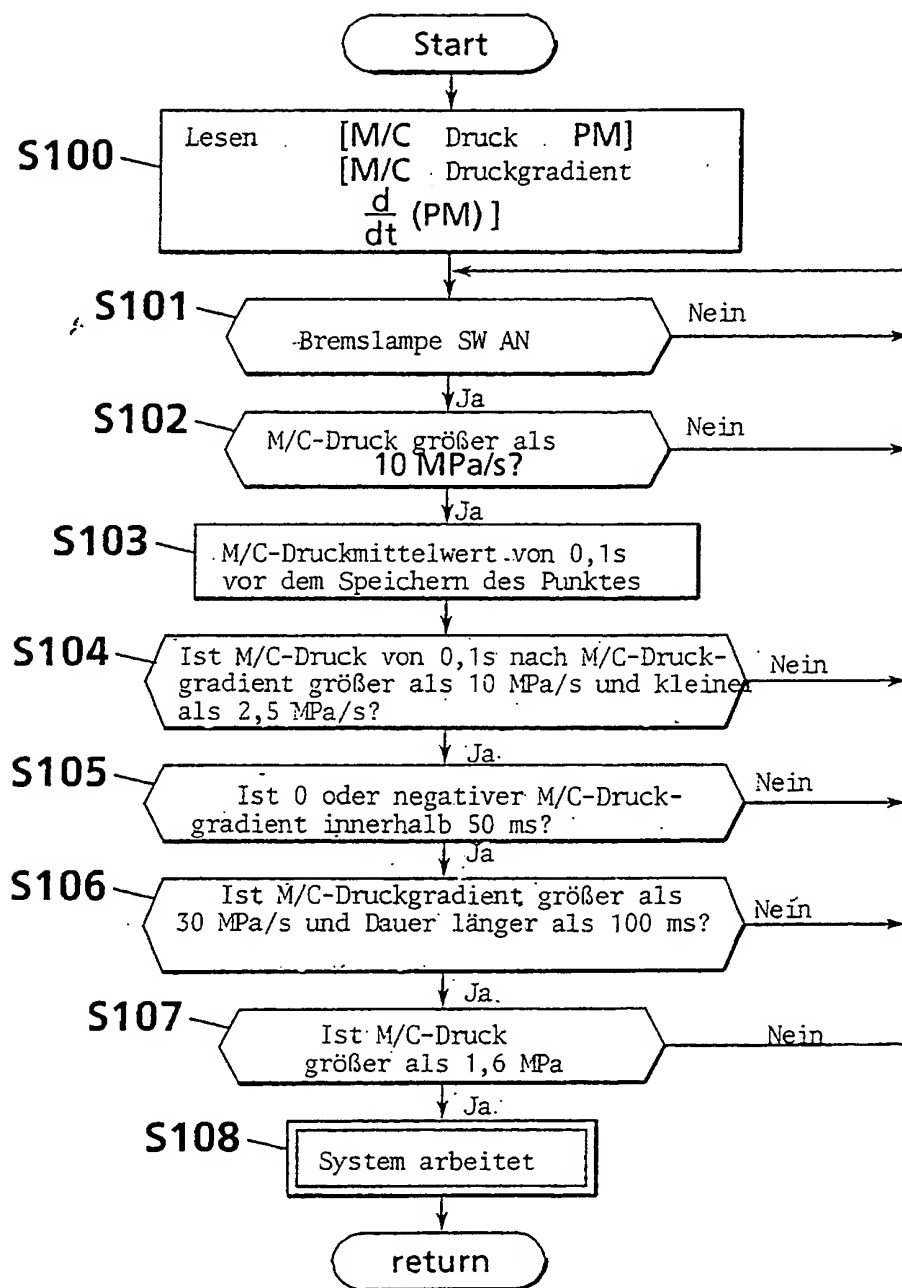
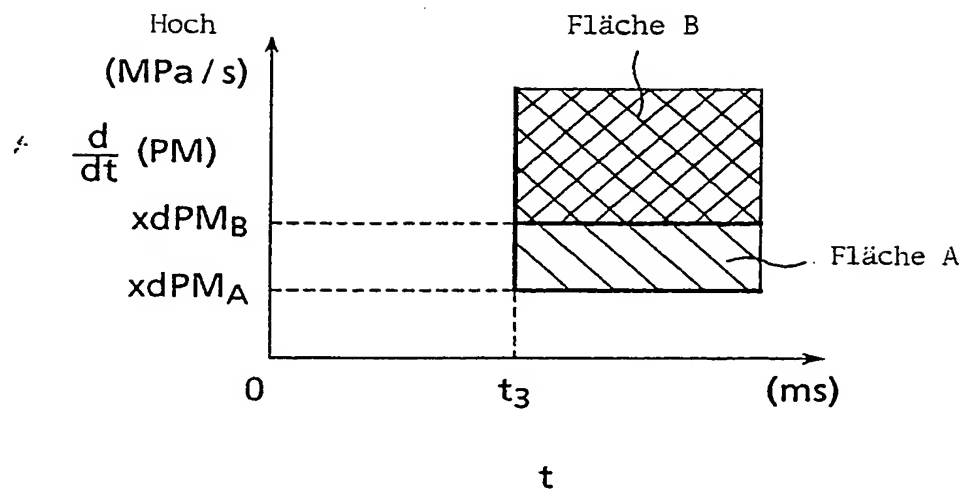


FIG. 13



The figure consists of three vertically aligned graphs sharing a common horizontal time axis labeled  $t$ .

- Top Graph:** The vertical axis is labeled  $M/C$  - Druck. It shows a pressure curve that starts at zero, rises to a peak at time  $t_c$ , falls to a minimum at time  $t_d$ , and then rises again to a higher, steady-state level.
- Middle Graph:** The vertical axis is labeled  $M/C$  Druck-gradient. It shows the derivative of the pressure curve. It has two positive peaks: the first peak occurs at time  $t_b$  with a value of  $\frac{d}{dt}(PM)_{max}$ , and the second peak occurs at time  $t_d$ . The curve crosses the zero axis at  $t_c$  and  $t_d$ . A horizontal dashed line labeled  $xdPMA$  is shown below the first peak.
- Bottom Graph:** The vertical axis is labeled Bremslampe SW. It shows a step function where the switch is at a low level (labeled AUS) until time  $t_a$ , at which point it jumps to a high level (labeled AN) and remains there.

Vertical dashed lines connect the key time points  $t_a$ ,  $t_b$ ,  $t_c$ , and  $t_d$  across all three graphs.

FIG. 15

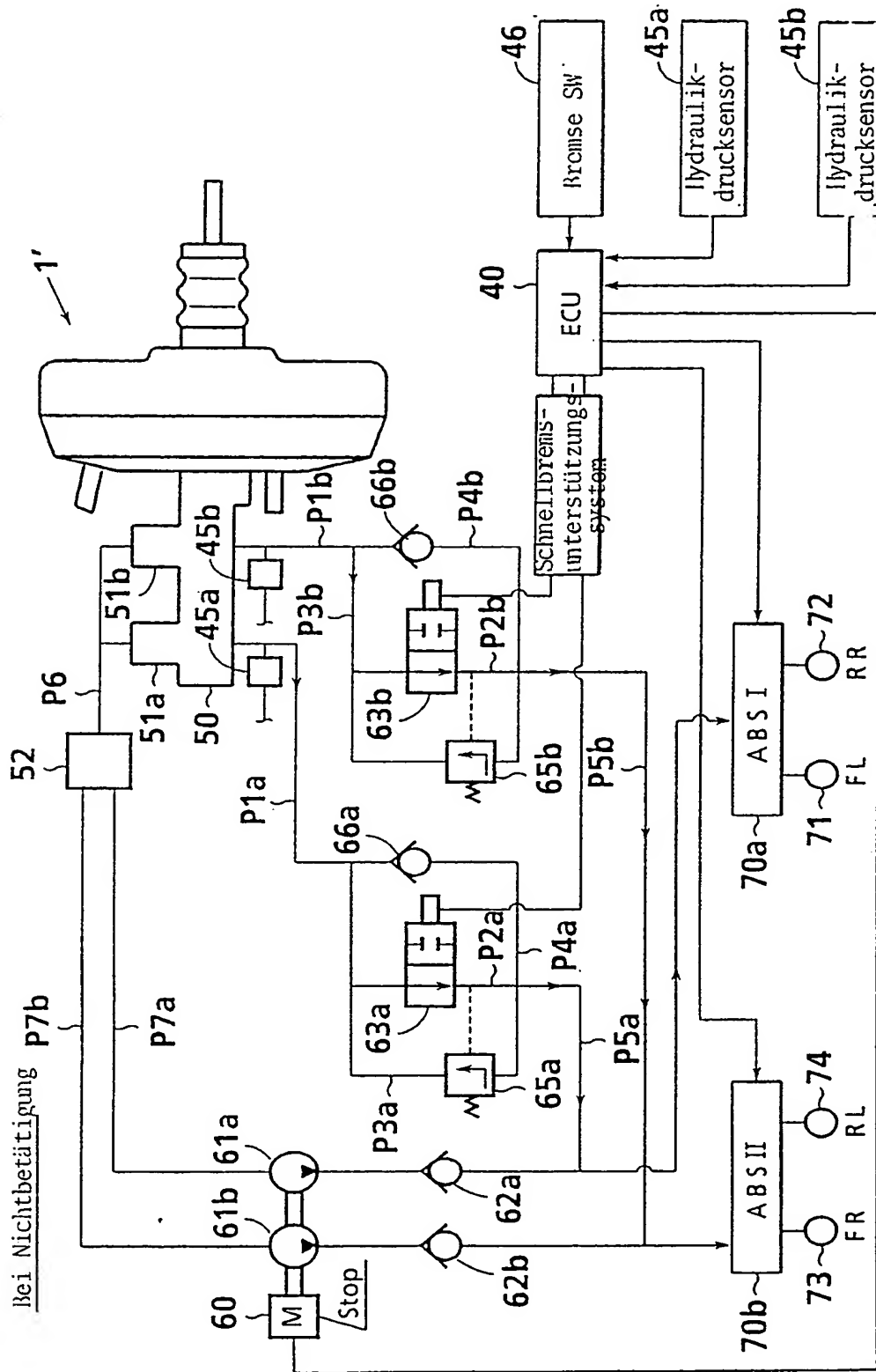


FIG. 16

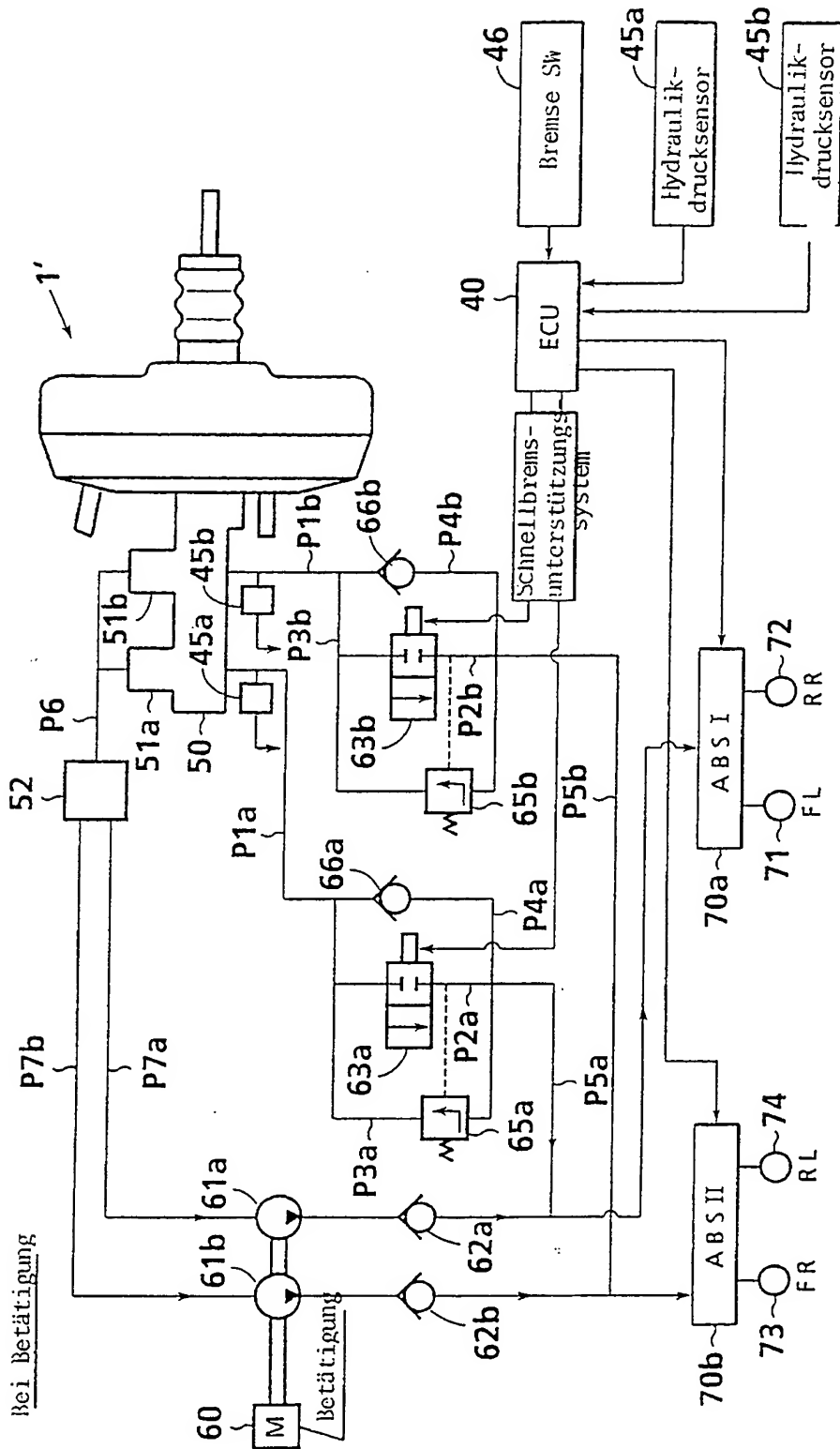


FIG. 17

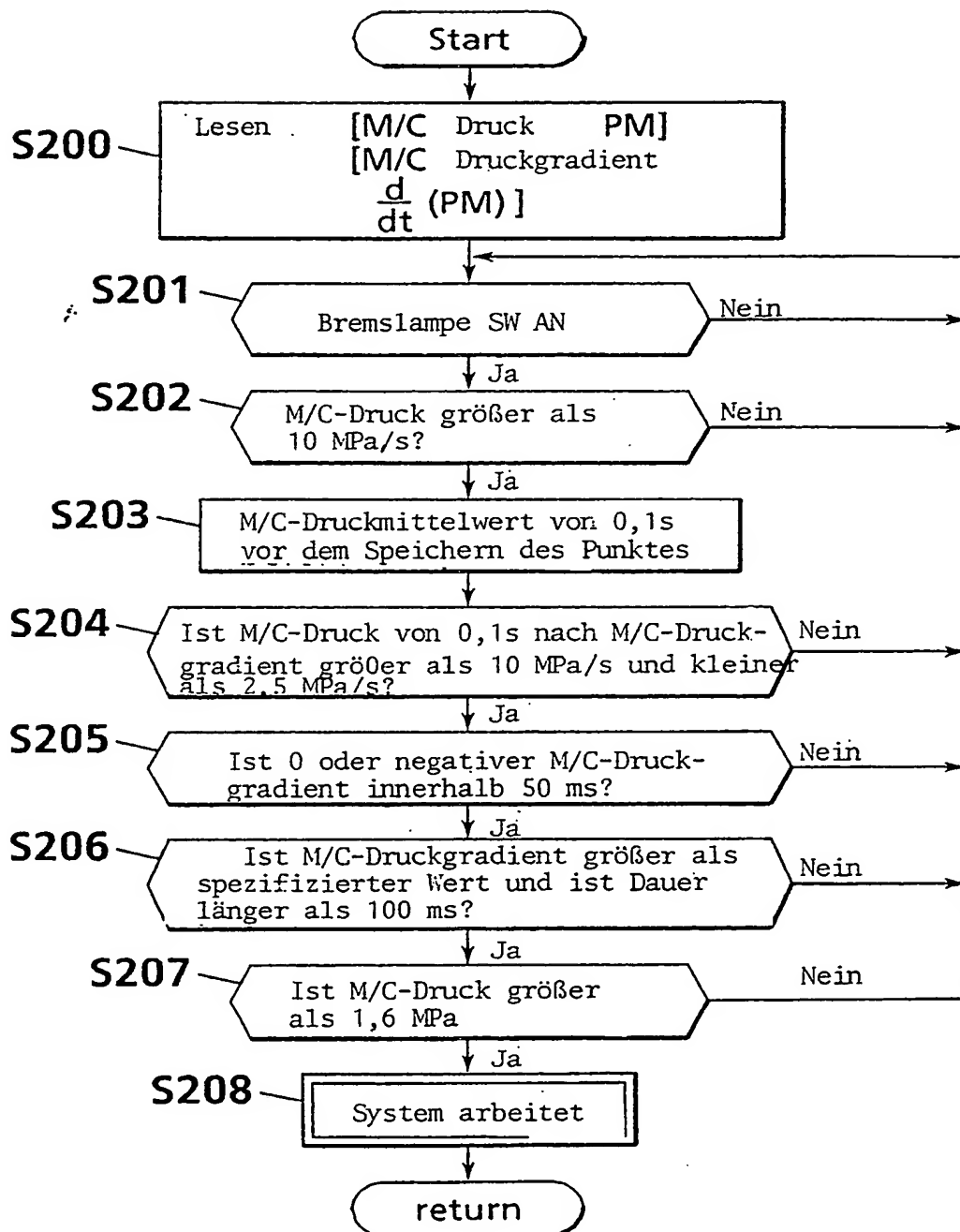
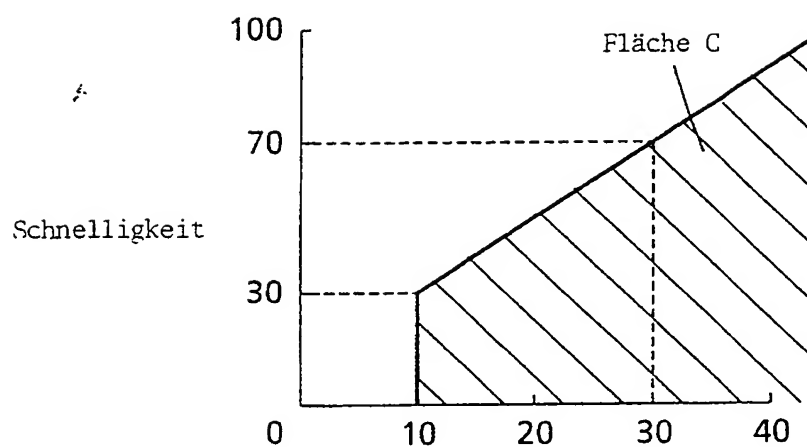


FIG. 18



Spezifizierter Wert des M/C-Druckgradienten (MPa/s)

FIG. 19

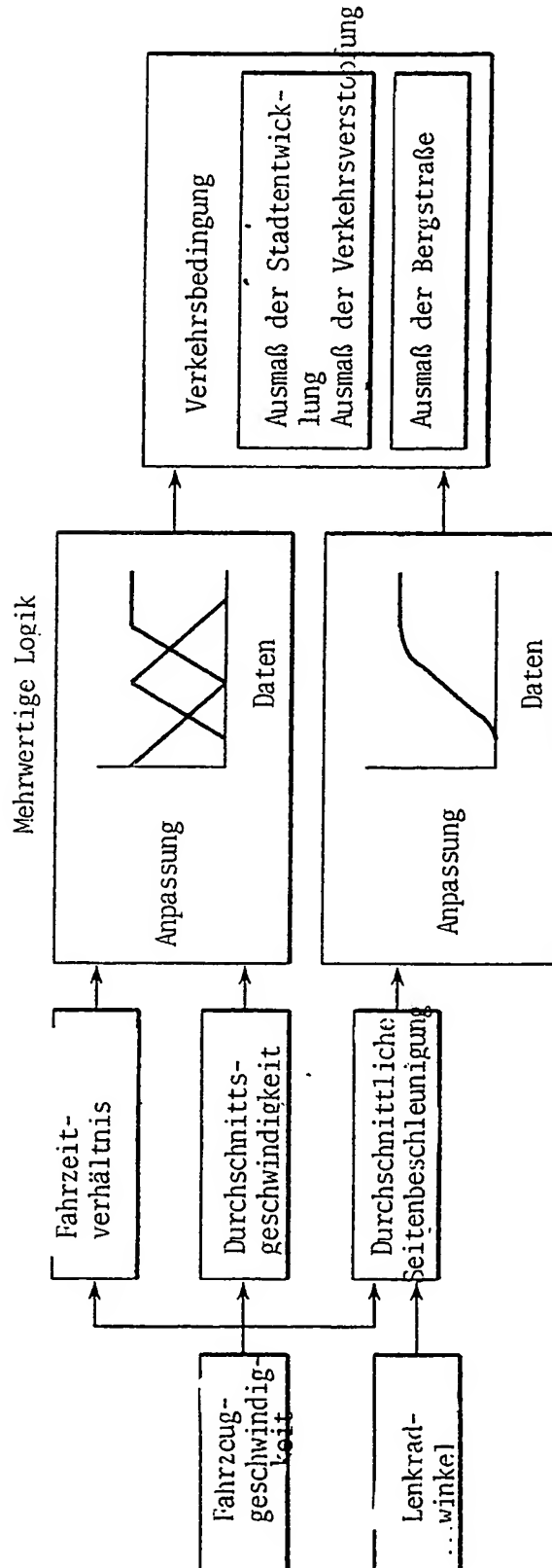


FIG. 20

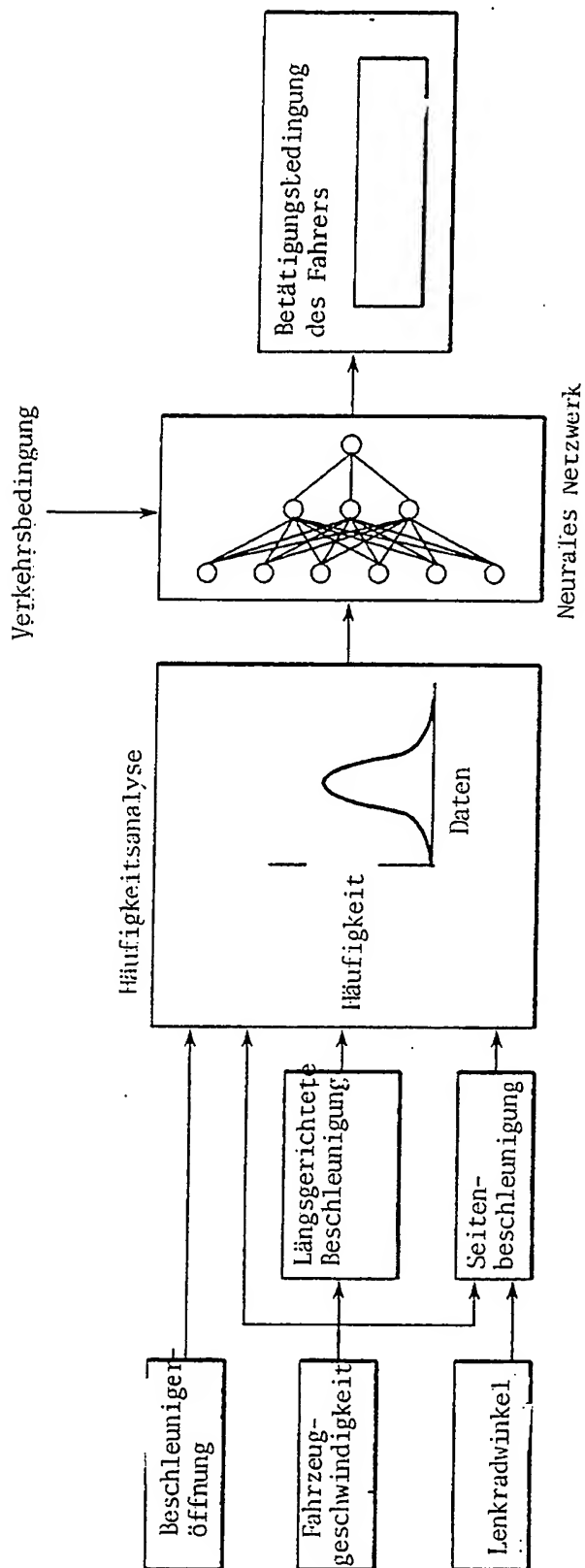


FIG. 21

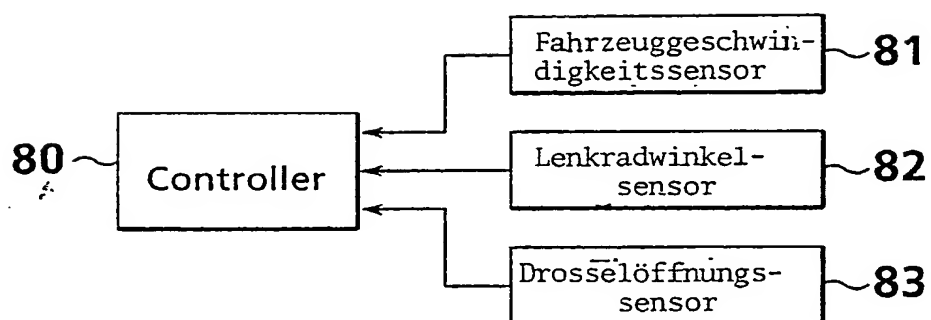


FIG. 22

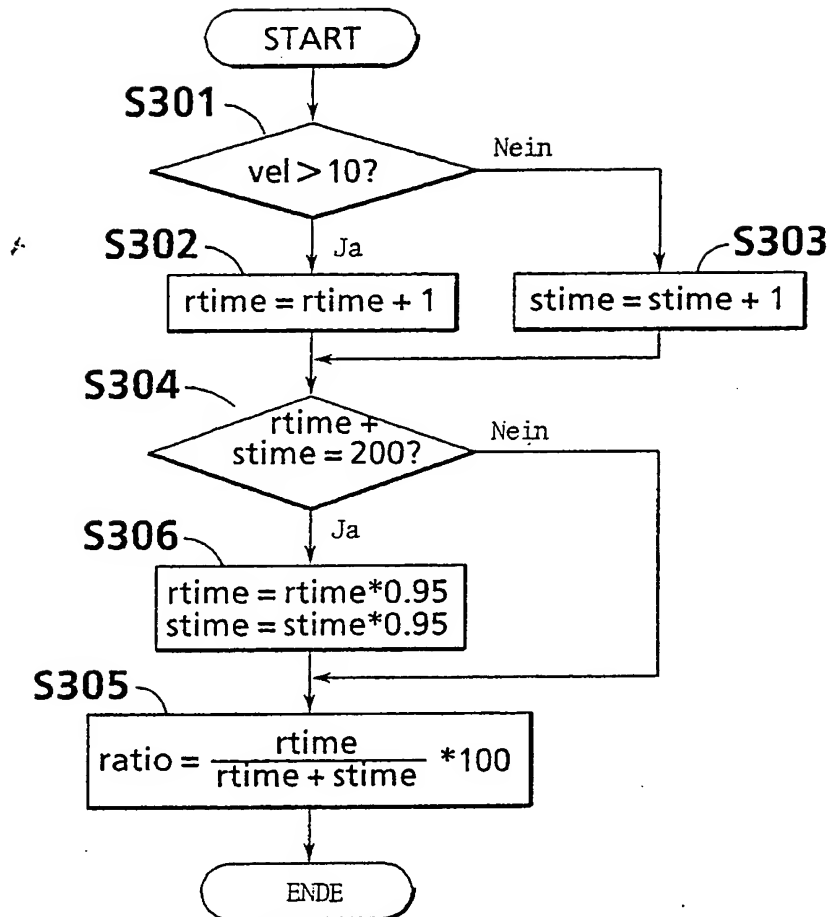


FIG. 23

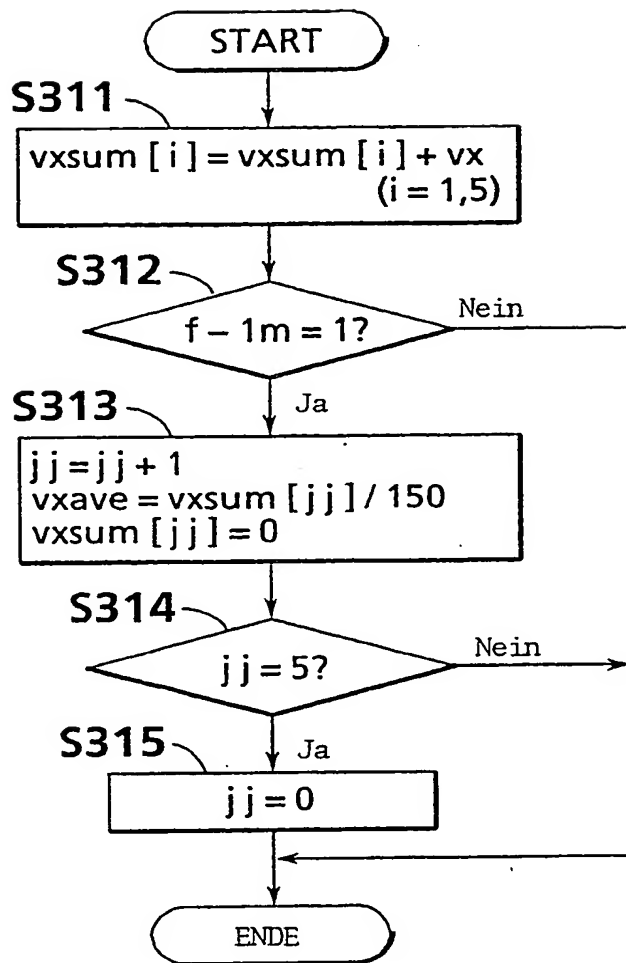


FIG. 24

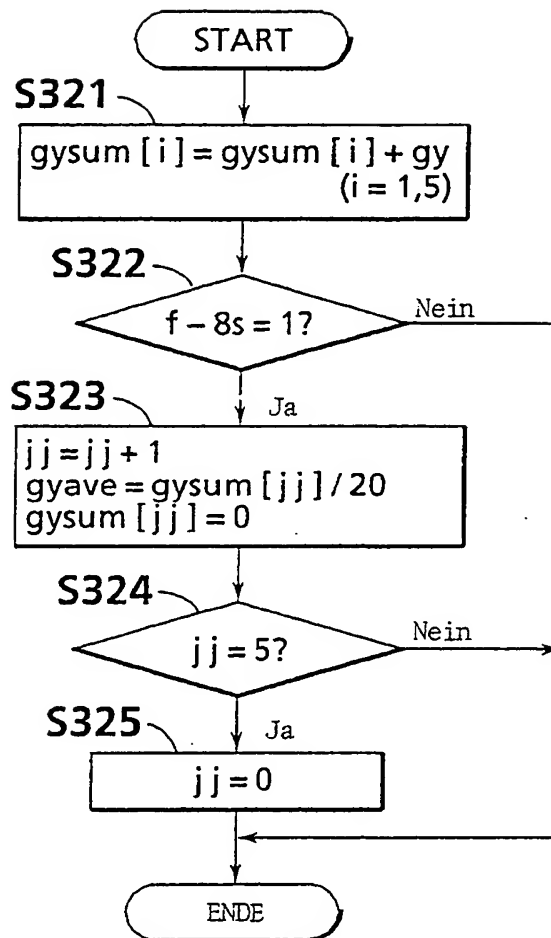


FIG. 25

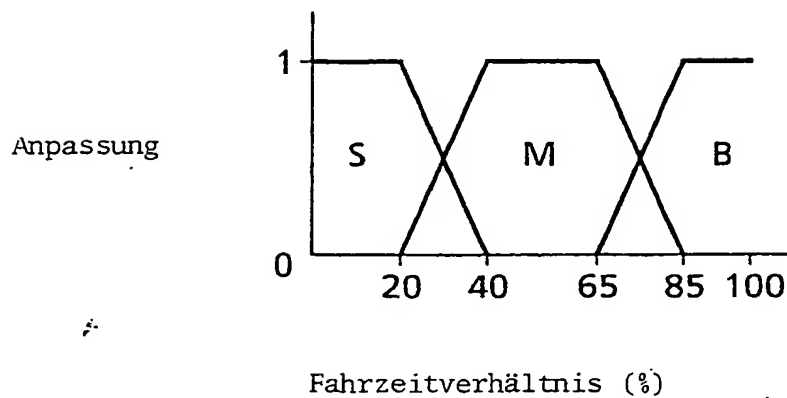


FIG. 26

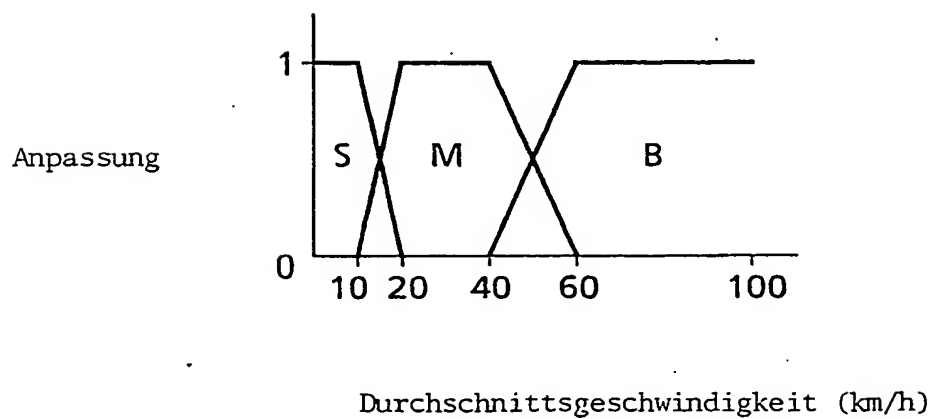


FIG. 27

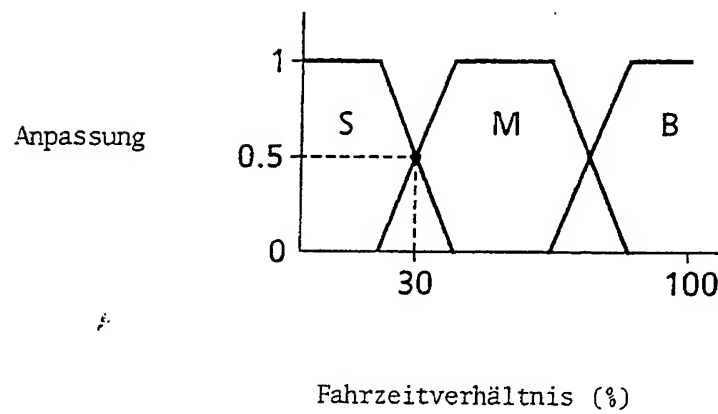
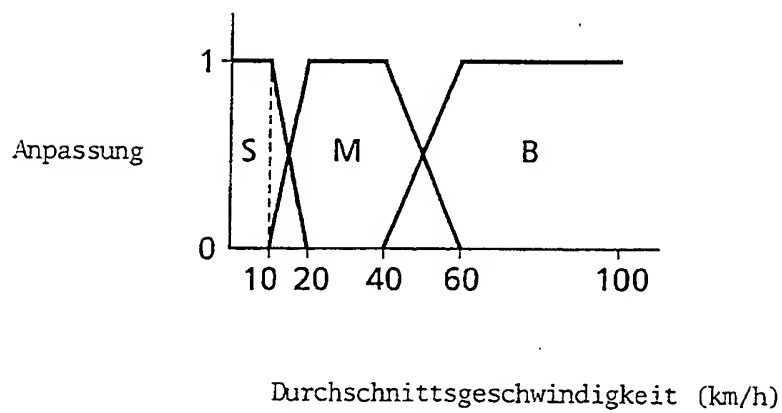
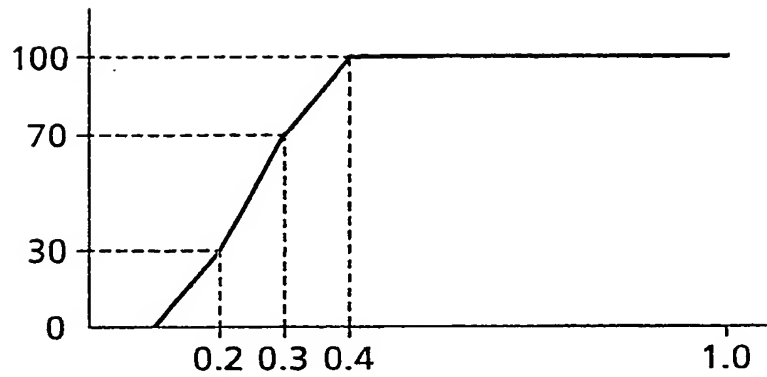


FIG. 28



# FIG. 29

Ausmaß der  
Bergstraße



Durchschnittliche Seitenbeschleunigung (G)

FIG. 30

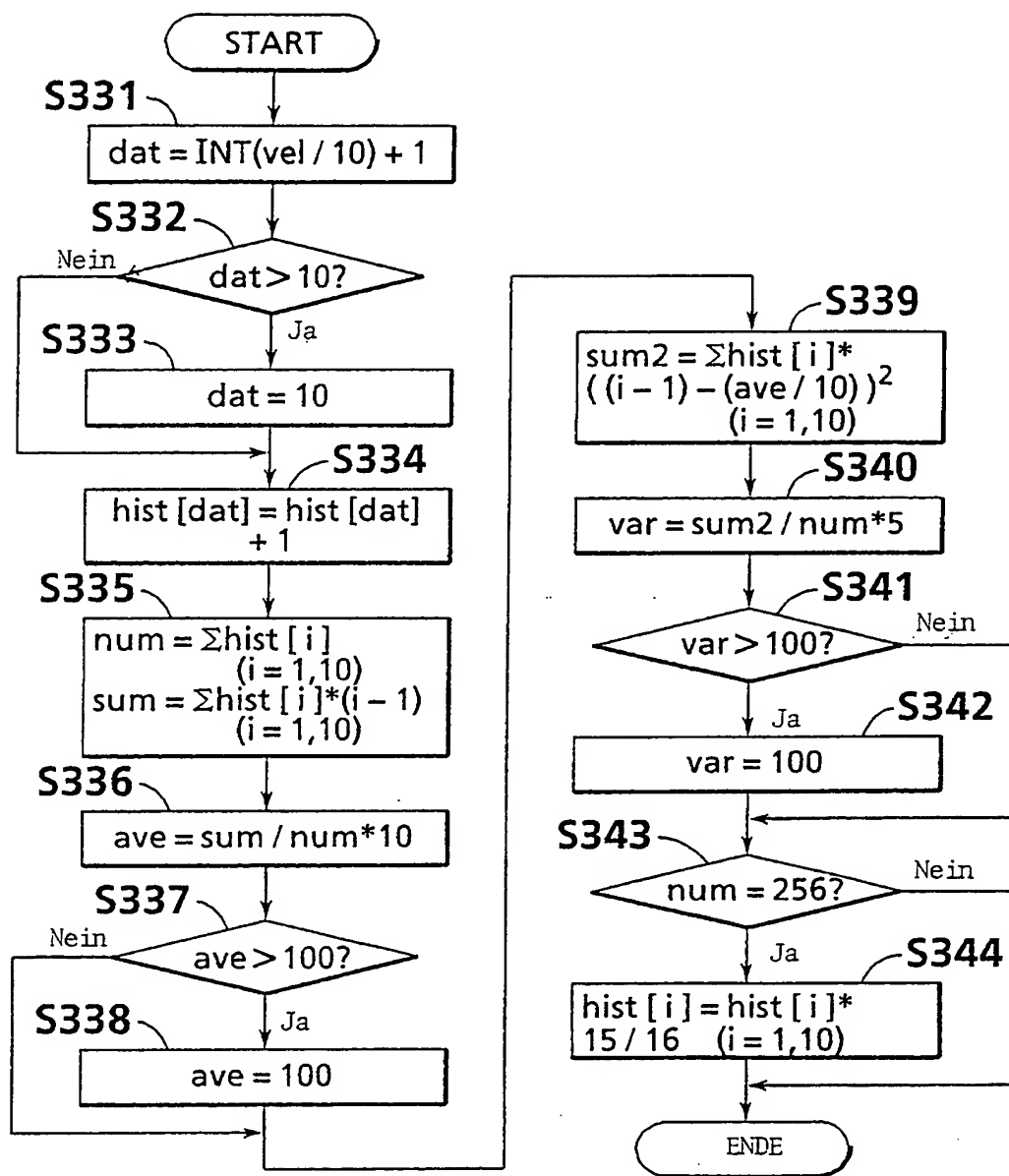


FIG. 31

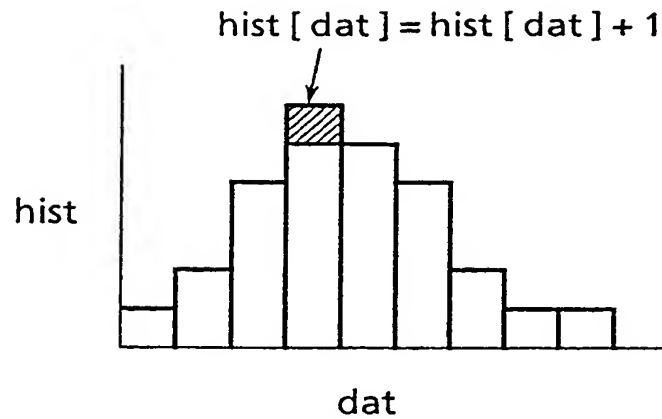


FIG. 32

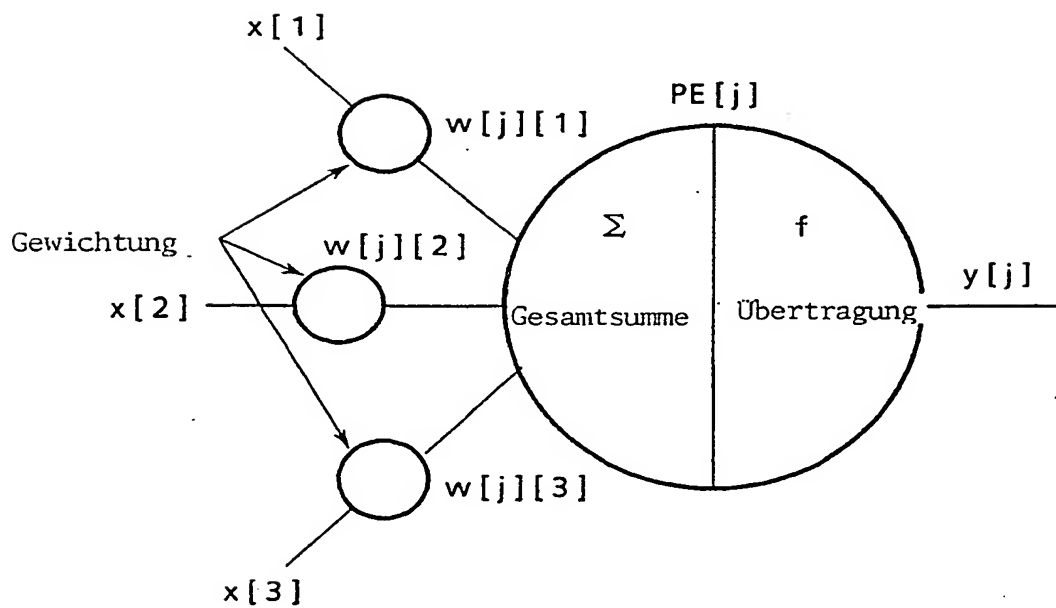
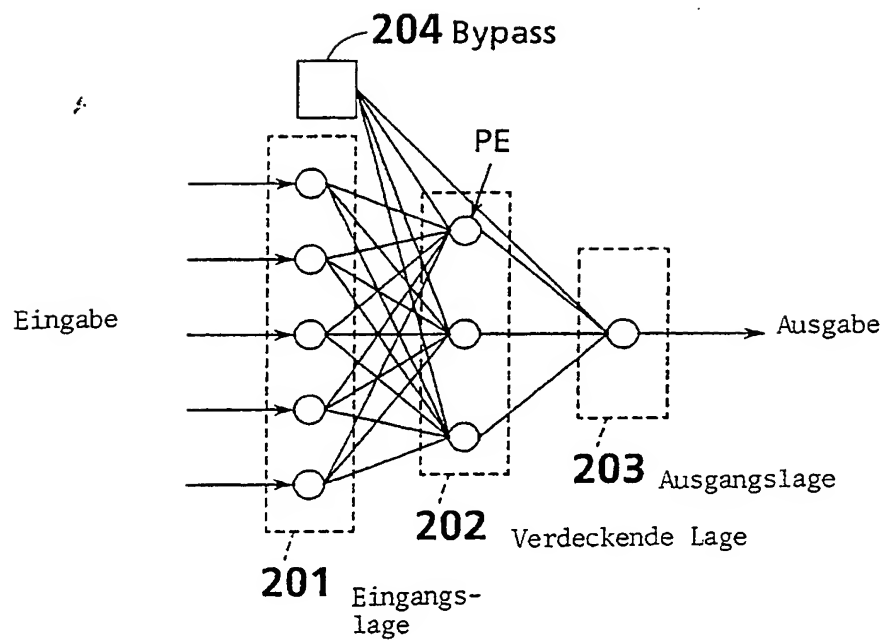


FIG. 33



# FIG. 34

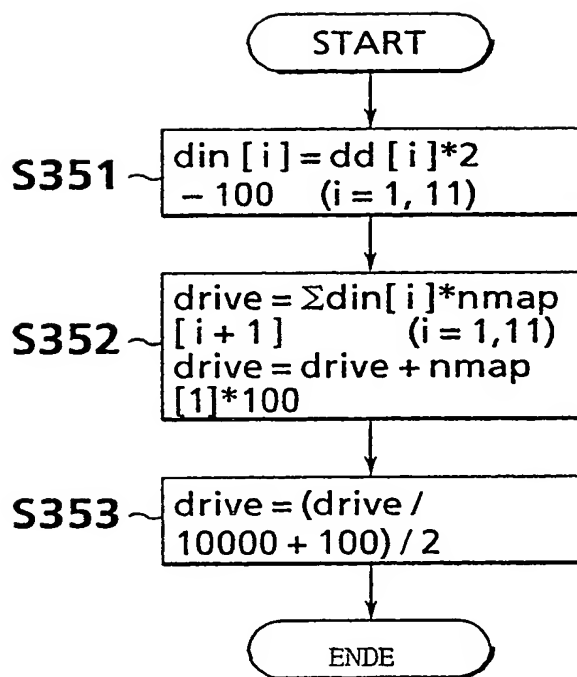


FIG. 35

